



SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

JAHRGANG 1888.

ZWEITER HALBBAND. JUNI BIS DECEMBER.

STÜCK XXVII—LII MIT DREI TAFELN, DEM VERZEICHNISS DER EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN, NAMEN- UND SACHREGISTER.

BERLIN, 1888.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

INHALT.

Inhalt.

1888.

XXVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

7. Juni. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Lehmann las über das von dem Freiherrn von Stein auf dem Wiener Congress geführte Tagebuch.

2. Hr. Zeller überreichte Bd. XVII der griechischen Aristoteles-Commentatoren (Joh. Philoponi in Physicorum libros 5 post. comment. ed. H. Vitelli).

3. Der Vorsitzende überreichte den Band III der deutschen Beobachtungen der Venus-Durchgänge, welcher die Arbeiten der Expeditionen von 1882 enthält.

4. Hr. Brunner überreichte die Publication des Hrn. Luigi Chiapelli in Pisa: Lo studio Bolognese nelle sui origini.

5. Die Akademie hat in ihrer Sitzung am 12. April den Professor an der hiesigen Universität und Director der zoologischen Sammlung des Königlichen Museums für Naturkunde Hrn. Karl Möbius zum ordentlichen Mitgliede der physikalisch-mathematischen Classe gewählt. Se. Majestät der Kaiser und König hat durch Allerhöchsten Erlass vom 30. April diese Wahl zu bestätigen geruht.

6. Die physikalisch-mathematische Classe hat zur Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten bewilligt: 1500 Mark für Hrn. Rammelsberg zur Beschaffung des Materials behufs Fortsetzung seiner Untersuchungen über das Palladium; 1500 Mark für den Docenten an der hiesigen Universität Hrn. Dr. B. Weinstein zur Fortführung seiner Bearbeitung von Erdstrom-Beobachtungen; 4000 Mark für den Docenten an der

hiesigen Universität Hrn. Dr. Tschirch für eine Reise nach Java zum Studium der Secretbehälter und der Genese und Bedeutung der Secrete bei den secretreichen tropischen Pflanzen; 1000 Mark für Hrn. Dr. R. von Lendenfeld auf Neudorf in Steiermark zu Untersuchungen über die Lebensvorgänge der Spongien auf der zoologischen Station in Triest; 900 Mark für Hrn. Dr. B. Rawitz hierselbst zu Untersuchungen über den Mantelrand der Acephalen auf der zoologischen Station in Neapel; 800 Mark für Hrn. Dr. O. Zacharias in Hirschberg in Schl. zur Fortsetzung seiner Erforschung der wirbellosen Fauna der norddeutschen Gewässer.

Ausgegeben am 14. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.

XXVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

14. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Der Vorsitzende trug einen dritten Theil seiner neuen Untersuchungen über den Sonnendurchmesser vor, Maskelyne's Beobachtungen am Passagen-Instrument betreffend.

Die erst für den Zeitraum 1765—1786 durchgeführte Untersuchung wird nach Ausdehnung auf den Rest der Maskelyne'schen Beobachtungsreihe in diesen Berichten mitgetheilt werden.

2. Hr. Roth berichtete über eine vom vorgeordneten Königlichen Ministerium ihm zur Mittheilung an die Akademie übergebene, von dem Kaiserlichen Gesandten in Peking eingesendete Übersetzung eines Artikels aus der Pekinger Zeitung vom 6. März d. J., betreffend Erdbeben in der Provinz Yünnan.

Ausgegeben am 21. Juni.

1888.

XXIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

14. Juni. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Sachau las: Indo-arabische Studien zur Aussprache und Geschichte des Indischen in der ersten Hälfte des 4. Jahrhunderts.

Die Abhandlung wird in den Denkschriften der Akademie erscheinen.

2. Hr. Lehmann las über drei ungedruckte Schriften Friedrich's des Grossen. Zwei von ihnen — die »Considérations sur l'état politique de l'Europe« (9. Mai 1782) und die »Réflexions sur l'administration des finances pour le gouvernement prussien« (20. October 1784) — können politische Testamente genannt werden. Die dritte, »De la politique« überschrieben und im November 1784 aufgezeichnet, stellt wahrscheinlich die Anfänge eines geschichtlichen Werkes dar, welches dazu bestimmt war, die bis zum Frieden von Teschen reichenden Denkwürdigkeiten des Königs fortzusetzen.

3. Hr. Schrader überreichte eine Mittheilung des Hrn. Dr. Bezold über die assyrischen Thontafelsammlungen des British Museums.

Der Abdruck erfolgt in einem der nächsten Berichte.

Ausgegeben am 21. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.
XXX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

21. Juni. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Virchow las über die aegyptischen Königsmumien im Museum zu Bulaq.

2. Hr. Prof. L. Schmid in Tübingen übersendet mit Schreiben vom 18. d. M. sein Werk: »Die älteste Geschichte des erlauchten Gesammthauses der königlichen und fürstlichen Hohenzollern«.

3. Hr. Dr. Adolf Michaelis, Professor an der Universität Strassburg, wurde zum correspondirenden Mitglied der philosophisch-historischen Classe gewählt.

Die Akademie hat am 26. April den ordentlichen Professor der Physik an der hiesigen Universität Hrn. Dr. August Kundt zum ordentlichen Mitgliede ihrer physikalisch-mathematischen Classe gewählt. Seine Majestät der Kaiser und König hat diese Wahl durch Allerhöchsten Erlass vom 29. v. M. zu bestätigen geruht.

Ausgegeben am 28. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.

XXXI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

28. Juni. Öffentliche Sitzung zur Feier des Leibnizischen Gedächtnisstages.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

Der Vorsitzende eröffnete die Sitzung, welcher Seine Excellenz der vorgeordnete Minister Hr. von Gossler beiwohnte, mit folgender Ansprache:

Die letzte öffentliche Sitzung der Akademie, welche statutenmässig zur Geburtstagsfeier des regierenden Königs anberaumt worden war, wurde durch des hochseligen Kaisers Wilhelm's I. Hintritt in eine Trauerfeier verwandelt. Heute sollen wir uns wieder in öffentlicher Sitzung vereinigen, um statutenmässig das Andenken an den ersten Praesidenten der Akademie, an Leibniz, zu erneuern, und unerhörterweise sind wir wieder eine Trauerversammlung, stehen wir abermals mit dem ganzen Lande, ja mit der Welt, vor einer Gruft, die sich unerbittlich über dem kostbarsten Leben geschlossen hat.

Als Kaiser Wilhelm in dem Alter des gerenischen reisigen Greises von uns schied, durchzitterte wohl alle Gemüther das Gefühl eines ungeheuren Verlustes, eines untergehenden Tages, dessen Sonne, nach kurzen Gewitterstürmen doppelt heiter und sicher, uns so lange geleuchtet hatte, dass wir fast vergassen, wie auch ihr zu erlöschen doch unvermeidlich beschieden war. Aber als sie nun endlich versank, durften wir nicht murren. Ein in sich vollendetes Leben, reich, gross und schön wie die Geschichte kaum eines sah, lag ab-

geschlossen vor uns; dieses Leben hatte dem Vaterlande, hatte uns gehört; wie der Redner an dieser Stelle es mit dem kurzen classischen Dichterwort ausdrückte: Er war unser, und daran konnten wir uns genug sein lassen.

Wie anders heute! Damals senkten wir Erinnerungen zu Erinnerungen in die geweihte Stätte im Park von Charlottenburg, heute sind es stolze und freudige Hoffnungen, über die in Schloss Friedrichskron Todtenkränze auf Todtenkränze sich häuften. Aus der Vollkraft gereiften Mannesalters ist Kaiser Friedrich's Siegfriedgestalt durch einen geheimen grimmigen Feind uns entrissen worden; der so oft aus blutiger Schlacht unversehrt heimgekehrte Held ist einem im Dunkeln kriechenden giftigen Wurm erlegen.

Wäre er, an der Spitze siegender Heerschaaren, unsterblichen Ruhmes gewiss, wie es im Volksliede heisst, »dem Vaterland zu Gute seligen Tod auf grüner Haide gestorben«; wir hätten uns eher darin zu finden gewusst. Aber für dieses Ende unseres geliebten Königssohnes, unseres herrlichen Ritters, unseres glorreichen Kaisers lässt sich kein Trost, keine Versöhnung ausdenken, kein helfendes Beispiel der Geschichte nennen. Jeder Zuspruch erscheint so hohl und nichtig wie der von Hiob's Freunden. Jede Überlegung aus dem bitteren Gram heraus endet immer nur mit der Frage: Wo in dieser Schicksalstragoedie ist die Vernunft der Weltgeschichte? Schwerer begreiflich ist wohl nie ein Geschick hereingebrochen; machtlos fühlen wir uns in die Hand unheimlicher Naturgewalten gegeben, die bald hier bald da einen sinnlosen Schlag führen, unwissend ob sie ein gleichgültig dumpfes Dasein, oder ob sie die Zierde des Menschengeschlechtes vernichten.

Unter Kaiser Friedrich's starker milder Herrschaft waren uns, wie wir meinten, Jahrzehnde so ruhigen Gedeihens, so schöner Blüthe gesichert, wie Preussen, wie Deutschland erst durch langes treues Ausharren in lähmender Umschnürung, dann durch Todesmuth im Entscheidungskampfe sie wohl verdient hatten. War es ein grosses Glück gewesen, dass wider den gewohnten Lauf der menschlichen Dinge der Neubegründer des Deutschen Reiches dessen Geschicke noch siebzehn Jahre lenken konnte, so ist es ein ebenso grosses Unglück, dass, abermals wider den gewohnten Lauf der menschlichen Dinge, seines Nachfolgers Regierung nicht einmal ebenso viele Wochen dauern sollte. Das sind schmerzliche Betrachtungen, wie sie seit der Zeit, wo jede Hoffnung auf seine Genesung schwand, überall angestellt wurden, Wehrufe, welche wiederhallten überall, wo auf dem Erdenrund deutsche Herzen noch am Vaterlande hängen.

Wir jedoch, die Preussische Akademie der Wissenschaften, wir haben hier noch einer besonderen Klage Worte zu geben. Kaiser Friedrich, unser erhabener Schirmherr, war nicht allein, wie die Geschichte erzählen wird, ein Held auf dem Schlachtfelde. Nicht allein war an ihm wie im Rathe, so im Glanze seines Hofes, jeder Zoll ein Fürst. Sondern von Einem aus unserer Mitte in die Welt des Alterthums, von einem hochgeschätzten Lehrer in die Begriffswelt der Naturwissenschaften eingeweiht, war ihm auch das Reich der Ideale vertraut, welches sich vor unseren Bestrebungen unendlich dehnt; jede wissenschaftliche Bemühung fand an ihm einen freundlich theilnehmenden Helfer, die Ausgrabung Olympia's und Pergamon's, wie die Gründung der astrophysikalischen Warte, und die Vergangenheit bürgte uns für eine gleich erspriessliche Zukunft. An der Seite seiner erlauchten Gemahlin, der Kaiserin Victoria, der liebevoll begeisterten Freundin von Wissenschaft und Kunst, hätte er in Jahren friedlicher Entwickelung eine glänzende Aera geistiger Thaten heraufgeführt, denen es ja wohl unter einem jüngeren Geschlecht in diesem Kreise an Vollbringern nicht gefehlt haben würde.

Aber raffen wir uns auf aus dieser Trauer. Erheben wir uns an dem Taciteischen Worte, nicht durch eitle und weichliche Klagen um seinen Verlust, sondern indem wir uns seine Tugenden vor Augen stellen, und in unserem Beruf ihm nacheifern, sei der Dahingeschiedene zu ehren. Er hat uns allezeit, und noch zuletzt unter grausamer Prüfung, das Beispiel treuester Pflichterfüllung gegeben. Fahren wir fort in unentwegten Anstrengungen, auf unserem Gebiete, nach unseren Kräften, im edelsten Wettstreit mit anderen Völkern, dem deutschen Namen Ehre zu machen; denken wir bei der Arbeit, welche an sich als beste Trösterin sich erweist, auch fernerhin zuweilen an ihn, dessen Beifall uns einst ermuthigte und belohnte.

Und in diesem Sinne glaubt die Akademie nicht unangemessen zu handeln, wenn sie jetzt zu der ihr für den heutigen Tag durch ihre Satzungen vorgeschriebenen Tagesordnung übergeht.

Hierauf verlas derselbe folgende Festrede:

Es ist eine oft genug, auch an dieser Stelle, beklagte Folge der raschen Erweiterung der menschlichen Kenntnisse während der letzten Jahrhunderte, dass bei der naturgemäss sich gleichbleibenden Fassungskraft und Leistungsfähigkeit der Einzelnen eine immer weitergehende Spaltung der Einsichten und der geistigen Arbeit überhandnimmt.

Immer schmaler, auf immer kleinere Ziele hinführend, immer strenger geschieden werden die Pfade, welche Gelehrte und Forscher wandeln, und wenn auch dergestalt genaue Ermittelungen in unermesslicher Fülle sich häufen, so vermisst der geschichtliche Blick in neueren Zeiten doch ungern solche Briareischen Riesengestalten wie die, welche wir heute wieder einmal feiern. Männer wie Leibniz geben nicht allein durch ihren weiten Überblick und ihr zusammenfassendes Vermögen einen Begriff vom menschlichen Intellect in einer seiner höchsten Erscheinungsweisen. Nicht allein geht in ihrem Geiste durch das Zusammentreffen mannigfacher Einsichten gleichsam eine gegenseitige Befruchtung der verschiedenen Disciplinen vor sich. Nicht nur bilden sie, an sich einer Akademie vergleichbar, ein Band der Vereinigung zwischen gelehrten Arbeitern auf weit entlegenen Gebieten der Erkenntniss. Sondern indem sie nach vielen, auch dem gewöhnlichen Sinne zugänglicheren Richtungen ihre Wirkung erstrecken, verschaffen sie der Wissenschaft ausgedehntere Theilnahme, als ihr sonst zugewendet zu werden pflegt. In ihrer Person huldigt, in dunklem Drange, die Menschheit der Wissenschaft, und so bleiben sie im allgemeinen Bewusstsein als Marksteine des menschlichen Fortschrittes stehen, wenn die Wogen der Vergessenheit längst über den Urhebern der gediegensten Einzelforschungen zusammenschlugen.

Täuschen wir uns nicht: das einzige Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe der Akademie, welchem in Berlin bisher ein öffentliches Denkmal errichtet wurde, Alexander von Humboldt, verdankt diese Auszeichnung nicht den fachwissenschaftlichen Leistungen, durch die sein Gedächtniss in diesem Saale lebendig ist, sondern den grossen Erinnerungen, die sich nebenher an seinen Namen knüpfen, seinen hinreissenden Naturgemälden, der von ihm ausstrahlenden Begeisterung für das Wahre und Schöne, der Weltstellung ohne Gleichen, in der seine lange und glückliche Laufbahn gipfelte.

In wenigen Wochen soll dem Vernehmen nach einem zweiten Mitgliede der physikalisch-mathematischen Classe auf öffentlichem Platze unserer Stadt ein Denkmal sich erheben; einem Manne, der, wenn auch sein Ruhm nicht mit Humboldt'schem Maasse gemessen werden darf, diesem ragenden Vorbilde doch in der Universalität seiner geistigen Interessen, der Mannigfaltigkeit seines Schaffens, seiner Stellung zwischen zwei Nationen vergleichbar ist: unserem Adelbert von Chamisso. Aber freilich, nicht unserem Chamisso, dem Naturforscher und Reisenden, wird das endlich zustandegekommene bescheidene Denkmal auf dem Monbijouplatz gelten, sondern auch diesmal seinen anderweitigen Vorzügen und Trefflichkeiten: der phantastisch reizvollen Gestalt des französischen Edelmannes, der

durch merkwürdigste Schicksalsfügung und Entwickelung nicht bloss ein ganzer Deutscher und ächter Berliner, sondern eine Zierde der deutschen Litteratur, insbesondere des litterarischen Berlins ward, mit Einem Worte, dem Dichter Chamisso.

Uns aber, seinen Nachfolgern in dieser wissenschaftlichen Körperschaft, ist es unmöglich, bei diesem Anlass nicht der Seite zu gedenken, durch welche er zu uns in Beziehung steht, wenn er auch, früh hinweggerafft, der Akademie nur kurze Zeit, wenig über drei Jahre, angehört hat. Von Alexander von Humboldt und Kunth am 16. März 1835 in der Classe vorgeschlagen, am 27. April in der Classe, am 7. Mai in der Gesammtakademie gewählt, am 28. Juni vom Könige bestätigt, schied er, nur siebenundfünfzig Jahre alt, schon wieder aus durch den Tod am 21. August 1838, dem Tage, dessen fünfzigste Wiederkehr in diesem Jahre durch die Enthüllung seines Denkmales gefeiert werden soll. Leider finden sich, Chamisso's Wahl betreffend, in unserem Archive nur jene Daten. Humboldt's und Kunth's Vorschlag ist von keinen Motiven begleitet. Chamisso's Antrittsrede, Paul Erman's, des physikalischen Classensecretars, Antwort oder, wie sie in den alten Statuten hiess, Einführungsrede sucht man vergebens im gedruckten Bericht über die Leibniz-Sitzung 1836. Was auch befremdet, unsere Druckschriften enthalten keine naturwissenschaftliche Mittheilung Chamisso's, sondern, als ein Zeichen seiner seltenen Vielseitigkeit, nur seine in der Gesammtsitzung am 12. Januar 1837 gelesene Abhandlung über die Hawaiische Sprache. Dies erklärt sich aus seinem Gesundheitszustande während der letzten Lebensjahre; er nannte sich selber einen fast alten, kranken und müden Mann. Doch konnte er auf zwei Jahrzehnde rüstigen Schaffens zurückblicken, während welcher er an mehreren Punkten der Naturwissenschaft bedeutende Spur hinterliess, und es ziemt sich wohl, wie mir däucht, Einiges davon dem heutigen Geschlecht in Erinnerung zu bringen, dem im Drange der Tagesarbeit die rühmliche Kunde der Vorzeit ja mehr und mehr verloren geht.

Auf welchen Wegen, durch welche Wandlungen der Emigrantensohn Chamisso, der Edelknabe der Königin Gemahlin Friedrich Wilhelm's II., von Stufe zu Stufe fortschreitend, im Verkehr mit Varnhagen von Ense, Eduard Hitzig, Ludwig Robert, Rahel Lewin, de la Motte Fouqué und Anderen, der deutsche Dichter ward, ist aus Hitzig's Biographie seines Freundes allgemein bekannt. Dass ein junger Offizier von Talent, in ziemlich sorgenfreier Lage und bei ausreichender Musse, in einer aesthetisch fühlenden und denkenden Zeit und Umgebung, wie Berlin sie in den Jahren vor der Schlacht bei Jena bot, sich zu eigenem Dichten angeregt fand, überrascht nicht weiter. Die

Energie freilich, mit welcher CHAMISSO die auf dem hiesigen *Collège français* erhaltene kümmerliche Vorbildung bis zu sehr vollständiger Bewältigung erst des Griechischen, dann des Lateinischen zu ergänzen vermochte, zeugte schon von ungewöhnlichem Wollen und Können. Aber wie nun derselbe Jüngling plötzlich, scheinbar ganz unvermittelt, sich Naturstudien zuwendet, nicht etwa naturphilosophisch tändelnd, wie es damals in Deutschland wohl vorkam, sondern schulmässig streng und ernst den Grund legend zu einer wissenschaftlichen Laufbahn, die ihn schliesslich zum akademischen Genossen eines VON HUMBOLDT, VON BUCH, MITSCHERLICH, EHRENBERG, JOHANNES MÜLLER machte, das will erklärt sein, und der Zusammenhang ist nicht so offenkundig.

In meiner Gedächtnissrede auf PAUL ERMAN habe ich nach mir mitgetheilten Nachrichten erzählt, CHAMISSO sei durch HITZIG sein Freund und durch ihn der Naturwissenschaft gewonnen worden. Es ist richtig, dass sie sich im HITZIG'schen Hause trafen und 'intime Freunde' wurden; in einer in seinen Werken gedruckten Xenie spricht CHAMISSO seine Verehrung für den nach verborgener Weisheit strebenden Forscher aus, und ERMAN wird wohl CHAMISSO vor der damals so gefährlichen Naturphilosophie behütet haben. Bei alledem muss ich jetzt jene Angabe bezweifeln. Wir wissen nämlich durch CHAMISSO's gedruckten Briefwechsel aus seinem eigenen Munde ganz genau, wie er zur Naturforschung kam, und zwar zunächst Botaniker ward, was übrigens zeitlebens sein eigentliches Fach blieb.

CHAMISSO's militärische Laufbahn endete bekanntlich damit, dass er 1806 bei der von ihm ergreifend geschilderten schimpflichen Übergabe von Hameln auf Ehrenwort kriegsgefangen sich nach Frankreich begab, und bald darauf seinen Abschied nahm. In Frankreich knüpfte er Verbindungen wieder an, durch welche er, nach Berlin zurückgekehrt, im Spätjahre 1809 einen Ruf als Professor der griechischen und lateinischen Sprache an das zu Napoléonville in der Vendée zu errichtende *Lycée* erhielt, worauf er im Januar 1810 abermals nach Paris ging. Der Ruf erwies sich als illusorisch, aber bei diesem zweiten Aufenthalt in Frankreich wurde CHAMISSO in den Kreis der Frau VON STAEL gezogen, welcher er, als sie durch NAPOLÉON nach Coppet verbannt wurde, im Frühjahr 1811 dorthin folgte. Im Hause der grossartig wunderbaren Frau, wie er sie nennt, verlebte er mit AUGUST WILHELM VON SCHLEGEL, Madame RÉCAMIER und anderen berühmten Persönlichkeiten unvergessliche Tage; auch leistete er 'der hohen Herrin' Ritterdienste bei ihrer Flucht von Coppet nach Wien im Mai 1812.

Aber in dem theils geistreich litterarischen, theils leidenschaftlich politischen Treiben der STAEL'schen Gesellschaft scheint sich CHAMISSO's,

nachdem der erste Reiz abgestumpft war, ein tiefer Überdruss bemächtigt zu haben an solcher nur spielenden, hoffnungslos unfruchtbaren Art das Leben hinzubringen, und um etwas bestimmt Förderndes anzufangen, suchte er sich in's Englische hineinzuarbeiten. Da schrieb ihm sein Freund de la Foye, dass, wenn man sässe, wo er sei, man nicht Englisch, sondern Botanik treiben müsse. »Das war mir anschaulich«, sagt Chamisso, »und ich that also.« August von Stael, ein Sohn der Frau von Stael, ward sein erster Lehrer in der Botanik, woran die Rubiaceen-Gattung *Staëlia* Cham. erinnert, und auf Wanderungen mit ihm in der pflanzenreichen Umgebung des Genfer Sees und am Fuss des Montblanc legte er den ersten Grund zu seinem Herbarium.

Dass ihm diese Beschäftigung so zusagte, wird verständlich, wenn man, gleichfalls durch ihn selber, erfährt, wie er schon als Knabe, also noch auf Schloss Boncourt, »Insecten erspähte, neue Pflanzen fand, »Gewitternächte anschauend und sinnend an seinem offenen Fenster »durchwachte, und alle seine Spiele, sein Schaffen und Zerstören auf »physikalische Experimente und Erforschung der Gesetze der Natur »ausgingen«. Man wundert sich dann weniger darüber, wie rasch und entschieden er jetzt dem neu erkannten Berufe sich hingiebt. Er eilt zurück nach Berlin, trotz allen Pariser Lockungen für ihn dem Ort der Welt, welcher Delphi dem Hellenen war, und lässt sich als einunddreissigjähriger Studiosus medicinae bei der erst eben in's Leben getretenen, unter bedeutenden Lehrern rasch erblühenden Universität immatriculiren. Er treibt eifrig Anatomie unter dem alten Knape; weder dessen trockene Lehre von den Knochen, wie die Studenten den Titel von Knape's Osteologie parodirten, noch der greuliche Zustand des damaligen Secirbodens schrecken ihn ab. So geht er, mit richtigem Instinct, spät aber gründlich, durch die wahre Elementarschule des Biologen, die Anthropotomie. Er arbeitet auf dem zoologischen Museum bei Lichtenstein, hilft die Fische und Krebse aufstellen, hört vergleichende Anatomie und Physiologie unstreitig bei Rudolphi, Mineralogie, die ihm besondere Theilnahme abgewinnt, ohne Zweifel bei Weiss, bei Erman Elektricität und Magnetismus, freilich auch bei Horkel ein naturphilosophisches Collegium. Man erstaunt darüber, was er Alles in der kurzen Frist von drei Jahren bis zu seiner Weltreise sich angeeignet haben muss, wenn man ihn alsbald zu Wasser und zu Lande für fast jede Art von Naturbeobachtung scheinbar gleichmässig vorbereitet sieht.

Aus dieser Zeit, den Jahren der Befreiungskriege, enthält die Sammlung seiner Gedichte nichts von Bedeutung, wohl aber stammt daraus sein berühmtestes, in die meisten Cultursprachen übersetztes

Dichtwerk, 'Peter Schlemihl's wundersame Geschichte'. Mit der ihm eigenen Bescheidenheit und kindlichen Offenheit hat Chamisso selber berichtet, wie er zu dieser Erfindung kam. Der Verfasser der 'Undine' gab das Motiv dazu an, indem er Chamisso, der auf einer Reise all sein bewegliches Gut, Mantelsack, Hut, Handschuhe, Schnupftuch verloren hatte, fragte, ob er nicht auch seinen Schatten eingebüsst; während ein übergefälliger Herr in einem Lafontaine'schen Roman, welcher Alles, was in einer Gesellschaft zufällig gewünscht wird, aus der Tasche zieht, das Vorbild des grauen Unbekannten ward. Was uns näher angeht, ist, dass im 'Schlemihl' Chamisso sich selber zeichnete, nicht bloss der äusseren Erscheinung nach, denn Schlemihl ganz ähnlich schildert uns Schlechtendahl seinen Freund in damaliger Zeit, in der alten schwarzen Kurtka, mit der schwarzen Sammetmütze auf dem lockigen Haupt, mit der kurzen Pfeife und dem unentbehrlichen Tabacksbeutel, vor Allem mit der am ledernen Riemen umgehängten mächtigen grünen Botanisirtrommel; sondern auch nach einer anderen, wichtigen Beziehung. Die Art, wie Schlemihl schliesslich Trost und Versöhnung findet, indem er mit seinen Siebenmeilenstiefeln auf der Erde umherstreift, »bald ihre Höhen, »bald die Temperatur ihrer Quellen und die der Luft misst, bald »Thiere beobachtet, bald Gewächse untersucht, von dem Aequator »nach den Polen, von der einen Welt nach der andern eilt, Erfah»rungen mit Erfahrungen vergleichend« — diese Fiction ist nur ein Spiegel der Sehnsucht, welche Chamisso ganz erfüllte in einer Zeit, in deren Kämpfen für ihn, den französischen Deutschen, den deutschen Franzosen, nirgend ein richtiger Platz war, die für ihn kein Schwert hatte. Aus dem Menschenzwist hinaus in die Weite der Natur, in die Tiefe der Wissenschaft! ward seine Losung. Man hat viel Scharfsinn darauf verwendet, was wohl mit Schlemihl's Schatten und seinem Verlust gemeint sei; dagegen ist die nahliegende Symbolik des Endes, welches Schlemihl nimmt, obwohl von Chamisso selber später einmal angedeutet, meist nicht erfasst worden; aus der sich doch für die, welche ein Märchen nicht können ein Märchen sein lassen, die Deutung des Schattenverlustes auf Chamisso's Vaterlandslosigkeit von selbst ergeben würde.

Chamisso's im 'Schlemihl' ausgemalter Traum sollte bald in Erfüllung gehen, wenn auch nicht mit Siebenmeilenstiefeln. Zwar wurde ihm versagt, sich dem Reiseunternehmen des Prinzen Max von Wied-Neuwied nach Brasilien anzuschliessen. Da kam ihm zufällig bei Hitzig ein Zeitungsblatt zu Gesichte, worin von einer nah bevorstehenden Entdeckungsreise der Russen Nachricht gegeben wurde. Es handelte sich um Entsendung eines von dem Grafen Romanzoff

ausgerüsteten Schiffes in die Südsee und zur Auffindung einer nordöstlichen Durchfahrt aus dem Stillen Meer in den atlantischen Ocean. Eben hatte Napoléon's Rückkehr von Elba den Wiener Congress gesprengt und Europa in Schrecken versetzt. In der gewaltig wieder aufflammenden kriegerischen Erregung, wobei er müssiger Zuschauer bleiben sollte, war Chamisso's Unbehagen auf das Höchste gesteigert, und mit dem Fusse stampfend rief er aus: »Ich wollte, ich wäre mit »diesen Russen am Nordpol!« Der geschäftskundige Hitzig übernahm die Verhandlung mit Russland; Chamisso, von Lichtenstein und anderen Lehrern empfohlen, wurde zum Naturforscher der Expedition ernannt, und meldete sich am 9. August 1815 an Bord des 'Rurik' auf der Rhede von Copenhagen bei dem Befehlshaber, dem Kaiserlich Russischen Marine-Lieutenant Otto von Kotzebue.

Damit war er am glücklich entscheidenden Wendepunkt seiner Laufbahn angelangt. In unseren Tagen der Dampfschiffe und Eisenbahnen, der Reise um die Welt in achtzig Tagen, kann man sich nur schwer eine Vorstellung davon machen, welche Bedeutung damals eine Fahrt wie die des Rurik hatte, wie sie dem Reisenden auf Lebenszeit eine bestimmte Richtung und Arbeitsstoff gab. Nur Ehrenberg, wie ich es früher einmal ausführte, entzog sich diesem Gesetze, so dass über seine Entdeckungen im Gebiete des 'kleinsten Lebens' seine Reisen fast in Vergessenheit geriethen. Was Chamisso betrifft, so lässt sich seine ganze spätere wissenschaftliche Thätigkeit als Ausführung des auf seiner Reise Begonnenen auffassen.

Die Fahrt des Rurik, welche drei Jahre dauerte, führte von Plymouth nach Teneriffa, Brasilien und um das Cap Horn nach Chile; an Salas y Gomez vorbei in die Inselwelt der Südsee, zuletzt nach der zu den Marshallsinseln gehörigen Inselkette Radak. Nun ging es nordwärts nach Kamtschatka, durch die Beringsstrasse in das Eismeer und zurück zu der Aleuteninsel Unalaschka, wo Vorbereitungen für die erst im folgenden Sommer zu unternehmende Nordpolfahrt getroffen wurden. In der Zwischenzeit begab sich die Expedition wieder südwärts nach Californien, den Sandwichinseln und Radak; darauf abermals nordwärts nach Unalaschka, von wo aus nunmehr versucht wurde, im Eismeer vorzudringen. Wegen Kotzebue's Gesundheitszustand musste jedoch hier der eigentliche und ursprüngliche Reisezweck aufgegeben werden, den bekanntlich erst in den fünfziger Jahren nach unendlichen Anstrengungen der seefahrenden Nationen M'Clure halb und halb erreichte. Der Kotzebue-Sund, die Eschscholtz-Bai, die Chamisso-Insel erinnern unter dem nördlichen Polarkreise an das abgebrochene Unternehmen, aus dem aber nun eine Weltumsegelung ward.

Die Rückreise begann; von Unalaschka segelte der Rurik zum zweitenmal nach den Sandwichinseln und zum drittenmal nach Radak; dann über Guajan, eine der Marianen, nach Manila, und um das Cap der guten Hoffnung, an St. Helena vorbei, nach Europa. In London traf Chamisso mit Cuvier zusammen, und erfreute sich noch des Umgangs mit Cook's Begleiter auf seiner ersten Reise, Sir Joseph Banks. Am 3. August 1818 ging der Rurik zu St. Petersburg in der Newa vor dem Hause des Grafen Romanzoff vor Anker. Die Expedition wurde aufgelöst; man liess, grossmüthig genug, Chamisso im Besitz dessen, was er gesammelt hatte. Anerbietungen, in Russland zu bleiben, wies er von der Hand. Sein Herz hing an Preussen, an Berlin, wohin er endlich zur See, über Swinemünde, gegen Ende October zurückkehrte, und wo er damals, wie er bemerkt, lange der einzige Weltumsegler blieb.

Viermal auf dieser Reise wurde die Linie überschritten; Chamisso näherte sich beiden Polen und wurde heimisch in den Einöden, wo das Eis als Gebirgsart erscheint, und in den rauchigen Jurten der schmutzigen Ichthyophagen des Eismeeres, wie in der palmengekrönten Herrlichkeit der Tropen, und unter den luftigen Hütten der zierlichen, reinlichen Lotophagen der Südsee. Europa mitgezählt setzte er seinen Fuss auf vier Welttheile, und erfüllte so, durch ein sonderbares Zusammentreffen, genau das Schlemihl'sche Programm; denn da Kotzebue den ihm vorgeschriebenen Rückweg durch die gefahrvolle Torresstrasse seinem schadhaft gewordenen Schiffe nicht zumuthen mochte, bekam Chamisso Australien nicht zu sehen, gerade wie er seinen Schlemihl die übrigen Welttheile durchstreifen lässt, und nur Australien, wegen der Breite der umspülenden Meeresarme, ihm unerreichbar und seiner Wissbegier verschlossen bleibt.

Der geschichtliche Rahmen von Chamisso's Reise wird vervollständigt durch die Erinnerung, dass der Rurik in den Hafen von Plymouth einlief kurz nachdem der 'Northumberland' den gefangenen Kaiser nach St. Helena abgeführt hatte, und dass ihm drei Jahre später auf der Rhede von Jamestown die bedenkliche Ehre ward, trotz der Russischen Kriegsflagge von der den Kaiser bewachenden englischen Strandbatterie mit Kanonenkugeln empfangen zu werden. Otto von Kotzebue aber sah seinen Vater, den Russischen Staatsrath und Deutschen Theaterdichter, nur auf der Todtenbahre aus Sand's Dolchstichen blutend wieder.

Chamisso's Weltreise hat in ihrer Anlage Ähnlichkeit mit der fünfzehn Jahre später so folgenreich gewordenen Reise Charles Darwin's. Auch Darwin befand sich als Naturforscher auf einem kleinen zu hydrographischen Zwecken ausgesandten Kriegsschiff, und der Curs des

'Beagle' deckte sich vielfach mit dem des Rurik, nur dass er statt des nördlichen Polarmeeres Australien, und statt der Sandwichinseln Tahiti berührte. Nach Darwin's Autobiographie zu urtheilen, scheint er für seine Reise nicht viel besser vorbereitet gewesen zu sein als Chamisso; er hatte nicht einmal secirt, und konnte nicht zeichnen wie Chamisso. In Einem Punkte hat er es besser gehabt als unser Reisender: Captain Fitz-Roy hat den Bedürfnissen und Wünschen seines Naturforschers stets mit grösster Bereitwilligkeit Rechnung getragen, und sich dadurch ein unvergessliches Verdienst um die Wissenschaft erworben. Chamisso dagegen wurde von seinem Kapitain als Naturforscher mit möglichst geringer Zuvorkommenheit, und als Mensch kaum besser behandelt. Was er sammelte, wurde gelegentlich über Bord geworfen, und er musste sich sein Schuhwerk selber putzen.

Der Rurik hatte nur Dreiviertel des Tonnengehaltes des Beagle, und schon die Beschränktheit des Raumes war dem Sammeln und Beobachten äusserst hinderlich. Um so mehr ist Chamisso zu preisen, dass er unter solchen Hindernissen und Beschwerden es möglich machte, Naturschätze jeder Art zu bergen und nach Berlin zu bringen, wo er sie grösstentheils unseren Museen geschenkt hat, sowie eine unübersehbare Fülle feiner und treffender Beobachtungen auf allen erdenklichen Gebieten anzustellen, welche von einem überaus frischen Sinn und der liebenswürdigsten Freude an den sich ihm darbietenden Wundern aller Zonen zeugen. Botanik in erster Linie, Zoologie und Naturgeschichte, Thier- und Pflanzengeographie, Anthropologie und Völkerkunde, Geologie, geographische Physik und Meteorologie, hat er dergestalt mit Thatsachen von grösserem oder geringerem Belang bereichert. In doppeltem Sinne umspannten Chamisso's Wahrnehmungen sogar einen weiteren Kreis als Darwin's, einmal weil sie auch auf die Polarregion sich erstreckten, dann sofern Chamisso, wie er überhaupt die Anthropologie und Ethnographie mehr als Darwin berücksichtigte, auch die Sprachen der Völker, mit denen er verkehrte, aufzufassen bemüht war.

Die wenig angenehme Lage, in welcher sich Chamisso auf dem Rurik befand, wurde übrigens dadurch erleichtert, dass es ihm nicht an wissenschaftlicher Gesellschaft und nöthigenfalls Unterstützung fehlte. Der Russische Maler Login (Ludwig) Choris, von deutscher Herkunft, begleitete die Expedition und war bereit, was sich von merkwürdigen landschaftlichen, naturhistorischen oder ethnographischen Bildern bot, mit derbem Pinsel festzuhalten, wie er denn auch nach der Rückkehr in Paris eine 'Malerische Reise um die Welt' herausgab; während an dem Schiffsarzte Dr. Friedrich Eschscholtz aus Dorpat Chamisso sogar einen ebenbürtigen, vielfach sachkundigen Theilnehmer an seinen Be-

strebungen zur Seite hatte. Ein dänischer Naturforscher, Lieutenant Wormskiold, schloss sich in Copenhagen freiwillig der Expedition an, scheint aber kein grosser Gewinn gewesen zu sein, und verliess sie auch wieder in Kamtschatka.

In ähnlicher Weise wie später Darwin in seinem *Journal of Researches* hat Chamisso in seiner 'Reise um die Welt' seine Erlebnisse in gefälliger Verflechtung mit wissenschaftlichen Beobachtungen mitgetheilt, zu denen eine Reihe von 'Bemerkungen und Ansichten' im dritten Theile des Kotzebue'schen Reisewerkes einen weiteren Commentar liefert. Freilich fehlt Chamisso's Reisebeschreibung, so reich sie an anziehenden Einzelheiten ist, Etwas was der Darwin'schen jetzt einen so hohen Reiz verleiht: der rothe Faden eines allgemeinen Gedankens, wie wir ihn heute in Darwin's '*Journal*' vielleicht mehr hineinlegen, als er von ihm selber zur Zeit schon mit vollem Bewusstsein gehegt werden konnte, der aber doch an den Erfahrungen jener Reise sich entwickelte. Dieser Gedanke, wie kaum gesagt zu werden braucht, ist die Übertragung des von Hrn. Roth so genannten Lyell'schen Actualismus aus der Geologie in die Biologie, wo er als Abstammungslehre auftritt. Merkwürdig genug: der Dichter, der auf der Fahrt nach Brasilien in der 'Braut von Korinth' eine metrische Unregelmässigkeit entdeckt, in der aber eine besondere Schönheit liegt; dem der Anblick der nackten Klippe von Salas y Gomez ein psychologisches Epos eingiebt, neben welchem Defoe's Erzählung als eine rohe Matrosengeschichte erscheint; der in der Beringsstrasse seine schwermüthigen Empfindungen in Ottaven ergiesst, die an die Zueignung zum Faust erinnern: dieser phantasiereiche, künstlerisch gestaltende Kopf zeigt sich der Natur gegenüber jeder voreiligen Verallgemeinerung abhold; mit der strengsten Zurückhaltung vermeidet er es, aesthetische Träumereien mit naturwissenschaftlichen Anschauungen zu vermischen; ähnlich wie bei seinen Naturstudien Voltaire geht er in seinen Zweifeln sogar zu weit, und im Gegensatz zu dem Grösseren, der nach ihm kommen sollte, spricht er sich vorweg auf das Entschiedenste für die Lehre von unveränderlich gegebenen Arten, und gegen die seiner Meinung nach die Wissenschaft untergrabenden 'Metamorphosler' aus. Zu den vordarwinischen Darwinianern gehörte also Chamisso nicht; aber wer möchte ihn tadeln, weil er auf Cuvier's und Johannes Müller's Seite stand?

Die Erreichung unserer heutigen Absicht, hervorragende Leistungen Chamisso's in's Licht zu stellen, wird durch die Art seiner mehr in Einzelheiten sich auflösenden Thätigkeit erschwert. Vor Allem ist festzuhalten, dass er, wie schon bemerkt, sich selber stets für einen systematischen Botaniker gab. Bald nach seiner Rückkehr nach Berlin

erhielt er eine Anstellung als Gehülfe bei den botanischen Anstalten, zuerst dem botanischen Garten, später dem Herbarium, und bekleidete dies Amt bis kurz vor seinem Lebensende. Auch verfasste er, im Auftrage des Ministers von Altenstein, ein kleines botanisches Lehrbuch zum Gebrauch der Schulen, in dessen Einleitung er seine allgemeinen Ansichten über Organisation und Systematik niederlegte. Sein Andenken als Botaniker feierte kurz nach seinem Tode sein Freund und früherer College von Schlechtendahl in seiner 'Linnaea', in welcher unter dem fortlaufenden Titel '*De plantis in expeditione Romanzoffiana observatis*' familienweise viele von Chamisso's Pflanzen beschrieben worden waren. Eine unscheinbare Pflanze aus der Familie der unverwelklichen Amaranten, *Chamissoa* Kunth, bewahrt seinen Namen in der Systematik. Seine Lieblingspflanzen waren die Wassergewächse, besonders die Potamogetonen.

Chamisso's Entdeckungen auf der Reise fingen damit an, dass er gleich auf der Englischen Küste bei Plymouth eine den dortigen Botanikern entgangene Species, *Centaurea nigrescens*, aufspürte. An mehreren Orten, auf Teneriffa, in Brasilien, verhinderte die gerade herrschende Regenzeit, in Chile die verdorrende Sommergluth erfolgreiches Sammeln, dagegen wurde die Flora der Radakkette fast vollständig aufgenommen, und Californiens von Botanikern noch kaum besuchte sandige Küste bot vieles Neue, unter Anderem die von Chamisso seinem Gefährten zu Ehren genannte Papaveracee *Eschscholtzia californica*, deren Samen er mitbrachte und deren freundlich leuchtende Blume noch immer unsere Gärten schmückt. Die Inseln des arktischen Meeres zwischen Amerika und Asien gaben eine reiche Beute in ihrer alpinen Flora, welche Chamisso lebhaft an die Alpenmatten der Schweiz erinnerte. Doch fehlten ihm natürlich zum Verständniss dieses Verhaltens die heutigen Begriffe der Eiszeit und der Relicten-Flora. Wie scharf und geübt muss sein Auge gewesen sein, welches er doch erst drei Jahre vor seiner Reise angefangen hatte methodisch auf Naturgegenstände zu richten, dass er, auf dem Tafelberge mit dem sich am Kap aufhaltenden Berliner Botaniker Mundt botanisirend, wie in Plymouth sogleich mehrere jenem bisher entgangene Pflanzen entdeckte, ja, obschon nur ein flüchtiger Reisender, aus diesem betretensten botanischen Garten der Erde manche noch unbeschriebene Pflanzenart mitbrachte.

Nicht genug weiss Schlechtendahl die grosssinnige Uneigennützigkeit zu rühmen, mit welcher Chamisso nach der Heimkehr seine Schätze anderen Botanikern zur Bearbeitung überliess, die durch ihre Studien dazu besonders befähigt schienen. So sandte er dem Schwedischen Algologen Agardh in Lund eine Sammlung seiner von der Reise mit-

gebrachten Algen, darunter eine am Kap beim Sammeln von Tangen aufgefundene seltsame Doppelbildung, eine auf einer Conferve, *C. mirabilis seu hospita*, lebende Fucoïdee, *F. confervicola seu Sphaerococcus mirabilis*. Agardh, welcher freilich im Transformismus etwas zu weit ging, da er an die Thierwerdung der Pflanze bei gewissen Algen glaubte, sah auch in diesem Falle eine Umwandlung eines Lebewesens in ein anderes, wogegen Chamisso, seinem hier sicher wohlberechtigten Standpunkte getreu, in einer besonderen Abhandlung Verwahrung einlegte.

Wie zum Lohn für sein ernstes Streben, aber auch zur Warnung zugleich sich den Kreis des in der organischen Natur Möglichen nicht zu eng vorzustellen, sollte nun Chamisso selber auf dem Gebiet der Metamorphosen eine der merkwürdigsten Entdeckungen machen. Längst waren die Seefahrer in den wärmeren Meeren auf gewisse weiche, glashell durchsichtige, im Sonnenschein irisirende Thiere von ansehnlicher Grösse (etwa der Grösse einer Maus) aufmerksam geworden, welche oft in grosser Menge an der Oberfläche der See sich zeigen, und die eigenthümliche Erscheinung darbieten, dass ihrer zwanzig bis vierzig und mehr durch besondere Anheftungsorgane zu langen Ketten vereinigt sind. Diese zu den Mollusken ohne Kopf und Schale gehörigen Thiere sind die Salpen. Alle Glieder solcher Salpenkette sind von derselben Form und auf dieselbe Art gegen einander gelegen; sie bewegen sich durch Aufnehmen und Ausstossen des Wassers einförmig und gleichsam in demselben Takte, wodurch die ganze Kette in Schlangenwindungen unter der glatten Meeresfläche vorwärts rudert. Neben den Salpenketten kommen auch vereinzelte Salpen vor, aber von zweierlei Art. Die einen tragen in den Anheftungsorganen die deutliche Spur, Glieder einer Kette gewesen zu sein; den anderen fehlt jede solche Spur. Gleich auf der Fahrt von Plymouth nach Teneriffa machte während einer Windstille Chamisso die überraschende Beobachtung, dass die vereinzelten Salpen, welche nie Theile einer Kette bildeten, stets eine Brut enthalten, welche der Salpenkette gleicht; dagegen in den Gliedern der Kette fand er eine Brut, deren Form der der vereinzelten Salpen entsprach. Die zu einer Salpenkette gehörigen Thiere, welche vereinzelte Salpen erzeugen, sind Zwitter; die vereinzelten Salpen dagegen sind geschlechtslos, und die Salpenketten entstehen in ihnen ohne Befruchtung, durch innere Knospung. Es wechseln also mit einander ab zwei Generationen, deren eine geschlechtlich, die andere ungeschlechtlich, durch Knospung, sich vermehrt, und welche sich auch noch durch andere Merkmale unterscheiden. Chamisso's Bild zu gebrauchen, eine Salpe gleicht nicht ihrer Mutter und nicht ihrer Tochter, wohl aber ihrer Grossmutter, ihren Schwestern und ihrer Enkelin.

Chamisso nannte diese Art der Fortpflanzung die durch »abwechselnde Generationen«. So neu und unerhört erschien seine Mär, dass, als er sie nach seiner Rückkehr 1819 in einer besonderen lateinischen Schrift erzählte, sie entweder unberücksichtigt blieb oder heftig angegriffen wurde. Franz Jul. Ferd. Meyen, später Prof. extraord. der Zoologie und Naturgeschichte an hiesiger Universität, der in den Jahren 1830—32 als Schiffsarzt auf dem Seehandlungsschiff 'Princess Louise' um die Welt reiste, war so unglücklich, keine einzige vereinzelte Salpe anzutreffen, welche eine knospende Salpenkette enthielt, während doch an vielen Stellen freischwimmende Salpenketten in ganzen Massen das Schiff umgaben, und er ging in seinen Zweifeln an der Richtigkeit der Chamisso'schen Beobachtungen bis zu der Behauptung, dass die freischwimmenden Salpenketten und die zusammengeketteten Knospen, welche Chamisso in vereinzelten Salpen gefunden haben wollte, gar nichts mit einander zu thun hätten. Dagegen Eschricht in Copenhagen wohl Chamisso's Thatsachen für richtig annahm, aber in einer umfangreichen Abhandlung vom Jahr 1841, also nach Chamisso's Tode, eine andere Erklärung vorschlug, nämlich durch eine doppelte Fortpflanzungsweise der einzelnen Individuen, so dass jüngere Individuen vereinzelte Salpen, ältere Salpenketten erzeugen sollten. Allein fast unmittelbar darauf, 1842, erstand Chamisso an derselben Stätte ein Vertheidiger und ein Verkünder seines Ruhmes in unserem correspondirenden Mitgliede Hrn. Japetus Steenstrup. Diesem gelang es, in dem weiten, an Abenteuern reichen Gebiet der Fortpflanzungslehre eine Reihe von Entwickelungsvorgängen zu unterscheiden, welche sämmtlich unter den allgemeinen Gesichtspunkt des zuerst von Chamisso erkannten und benannten Generationswechsels zu bringen sind, indem dabei geschlechtlich sich fortpflanzende Generationen mit einer oder mehreren ungeschlechtlich, durch äussere oder innere Knospung sich fortpflanzenden Generationen abwechseln. Die Entwickelungsvorgänge bei den Medusen und Strobilen, bei den Cercarien und Distomen, bei den Aphiden oder Blattläusen, denen sich seitdem noch manche andere angereiht haben, wurden so mit Einem Schlage erhellt. Johannes Müller's berühmte Entdeckungen über die Entwickelung der Echinodermen schlugen eine Brücke zwischen den Erscheinungen des Generationswechsels und denen der Metamorphose, wie sie bei Frosch und Schmetterling am bekanntesten ist. Das Verdienst aber, diese Bahn gebrochen zu haben, gebührt, wie Hr. Steenstrup es laut und ausdrücklich erklärt, dem genauen und geistreichen Forscher Chamisso.

Eine andere wichtige Angelegenheit, welche nun zur Sprache zu bringen ist, betrifft gleichfalls pelagisches Thierleben, doch gehört sie

ebenso sehr der Geologie und physikalischen Geographie, wie der Biologie, an. Wenige Erscheinungen haben schon früh die Schiffer in der Südsee und dem Indischen Ocean so in Erstaunen versetzt und den Scharfsinn der Erklärer so herausgefordert, wie die sogenannten niedrigen Inseln oder Atolle. Inmitten der Wasserwüste erhebt sich aus unergründlicher blauer Tiefe nur wenig über die Fluthmarke ein Ringwall, welcher, bald schmäler bald zu kleinen Inseln sich verbreiternd, eine vergleichsweise seichte und stille Lagune umschliesst, während draussen unaufhörlich donnernde Brandung tobt. Der Ringwall, selten von kreisrunder, meist von länglich unregelmässiger Gestalt, mit aus- und einwärts gekrümmten Seiten, aus- und einspringenden Winkeln und sehr ungleichen Durchmessern, ist von einer oder mehreren Lücken durchbrochen, welche die Einfahrt in die Lagune gestatten. »Das Ufer des innern Meeres allein«, sagt Chamisso, »ist wirthbar für den Menschen, und er baut da seine »Hütten unter den Cocosbäumen, die er gepflanzt hat.« Es giebt solche Atolle von sehr verschiedener Grösse, von 3—4 Kilometern Durchmesser bis zu 150 Kilometern Länge auf 40 Kilometer Breite. Mehr oder weniger dichtgedrängt bedecken sie zu vielen Hunderten einen ansehnlichen Theil der Erdoberfläche zwischen den Wendekreisen, und bilden so einen hervorragenden Zug in deren Gestaltung, und eine der grössten Gefahren für die Schifffahrt. Wodurch aber diese Bildungen vollends die Aufmerksamkeit fesseln, das ist der Umstand, dass sie, wie schon die ersten Beobachter erkannten, als das Werk unzähliger organischer Baumeister, der Korallenthiere, sich erweisen, welche den Kalk aus dem Seewasser aufnehmen und sich daraus ihre Meerschlösser aufmauern.

Johann Reinhold Forster, Cook's Begleiter auf seiner zweiten Weltumsegelung, wird der erste Erklärungsversuch der Atollbildung zugeschrieben. Er dachte sich, dass die Korallenthiere aus unergründlicher Tiefe den Ringwall aufführen, um sich den behaglichen Wohnort der stillen Lagune zu sichern: eine unhaltbare Meinung, weil erfahrungsmässig diese Thiere nicht in grösseren Tiefen leben, weil es naturwidrig wäre, dass eine grosse Anzahl verschiedener Gattungen, wie sie in den Korallenbauten vorkommen, zu gemeinsamem Zwecke sich verbände, weil gerade in der Lagune die Korallenthiere nicht gedeihen; endlich weil bei dieser Erklärung die Beschränkung der Atolle auf gewisse Regionen unbegreiflich bliebe.

Eine andere Deutung schlug merkwürdigerweise ein Mitglied unserer philosophisch-historischen Classe vor, Henrik Steffens, der mit leiblichem Auge nie einen Atoll erblickte. Er nahm an, dass den Atollen ebenso viele unterseeische erloschene Kratere entsprächen, auf deren

Rändern die Korallenthiere sich angebaut hätten. Es giebt nun zwar keine Kratere von so grossem und unregelmässigem Umfange, wie die Atolle; die geographische Verbreitung der Atolle passt nicht zu der der bekannten Vulcane, und da, wie schon bemerkt, die Korallenthiere nur bis zu geringer Tiefe leben, müssten unzählige Kratere sich dem Meeresspiegel gerade weit genug genähert haben, um die Besiedelung mit Korallenthieren zu gestatten, was höchst unwahrscheinlich ist. Bei alledem war Steffens, wie wir sehen werden, auf richtiger Spur, sofern er vulcanischen Kräften eine Rolle bei der Atollbildung zuschrieb; und dieser von ihm glücklich hingeworfene Gedanke hat alle seine naturphilosophischen Constructionen überlebt.

Doch bedurfte es hier noch einer grundlegenden Bemerkung, mit der nunmehr Chamisso's Name verknüpft ist, welcher, besonders auf der Radakkette, reichlich Gelegenheit zur Beobachtung der Koralleninseln fand. Diese Bemerkung besteht einfach darin, dass die Korallenthiere, weil sie selber sich nicht vom Orte bewegen, einer bewegten See bedürfen, die ihnen Nahrung, Sauerstoff und Kalk zuführt. So versteht man, dass, wo in nicht zu grosser Tiefe ein passender Unterbau vorhanden ist, auf welchem Korallen sich ansiedeln können, ein Atoll entstehen müsse; denn da die Korallen, sobald sie der Oberfläche des Meeres sich nähern, am Umfange ihres Baues, durch Wellenschlag und Strömungen begünstigt, besser gedeihen als in der Mitte, so wird sich ein Ringwall erheben, und zwar, ganz wie es wirklich der Fall ist, höher und vollständiger auf der Windseite, wo der meiste Wellenschlag stattfindet. Um die Atollbildung zu erklären, handelt es sich also jetzt nur noch darum, den Unterbau für die Ansiedelung der Korallenthiere zu beschaffen.

Dieser Forderung in scheinbar durchaus befriedigender Art genügt zu haben, galt bis vor Kurzem für eine der glänzendsten Thaten Charles Darwin's, welche nicht wenig dazu beitrug, seinen späteren theoretischen Wagnissen den Weg zu bahnen. Darwin hatte wie Chamisso die Atolle vielfach und genau beobachtet, und deren Verwandtschaft erkannt mit den anderswo Inseln und Continente umsäumenden 'Küstenriffen', und den ihren Umriss in grösserem oder geringerem Abstand copirenden 'Dammriffen', welche gleichfalls das Werk der Korallenthiere sind. Diese dreifache Stufenfolge von Erscheinungen leitete er nun gemeinsam aus dem stärkeren Wachsthum der Korallen in bewegter See in Verbindung mit dem von Steffens hier eingeführten Vulcanismus ab, nur dass er an Stelle der Steffens'schen Kratere, die er, ohne Steffens zu nennen, aus den oben angeführten Gründen verwirft, ein grosses zusammenhängendes, in allmählichem Sinken begriffenes Land setzte. Die Korallenthiere umgürten zuerst

die in die Tiefe verschwindenden Bergspitzen dieses Landes mit einem Küstenriff, umgeben dann in Folge ihres stärkeren äusseren Wachsthums das Land in weiterer Entfernung mit einem Dammriff, zwischen welchem und der Küste ein Lagunencanal bleibt, bis endlich über dem untertauchenden Berggipfel der Lagunencanal von allen Seiten zur Lagune sich zusammenschliesst, und ein Atoll fertig geworden ist.

Schon waren gegen die Allgemeingültigkeit dieser Theorie von verschiedenen Seiten Zweifel erhoben worden, als die Naturforscher der Challenger-Expedition durch neue Beobachtungen dahin gelangten, sie überhaupt aufzugeben. Im Einverständniss mit Sir Wyville Thomson setzte Mr. John Murray an Stelle von Darwin's Senkungstheorie eine Hebungstheorie. Wie Steffens lässt er wieder zahllose vulcanische Gipfel vom Meeresgrund aufsteigen; der Einwand gegen die Kratertheorie, der von der Unwahrscheinlichkeit hergenommen wurde, dass so viele Gipfel sehr nahe dieselbe Höhe erreichen sollten, wird dadurch beseitigt, dass die Gipfel durch Ablagerung von allerlei organischen und unorganischen Niederschlägen nach Bedürfniss erhöht werden, bis sie zur Ansiedelung von Korallenthieren dienen können. Zur Erklärung der Ringwallbildung wird in erster Linie wieder das stärkere Wachsthum der Korallen am äusseren Umfange in Folge von Wellenschlag und Strömungen herangezogen. Hierzu kommt nun aber noch, um die Lagunenbildung zu erklären, ein neues, wie es scheint, von Sir Wyville Thomson ersonnenes Moment, nämlich die Wiederauflösung des von den Korallenthieren abgesonderten kohlensauren Kalkes in dem kohlensäurereichen Seewasser.

Eine lebhafte Verhandlung hat sich über diese Fragen unter den Englischen Gelehrten entsponnen, und schon eine ansehnliche Litteratur erzeugt, auf die wir nicht eingehen können. So schade es ist, dass eine so schöne und sinnreiche Theorie, wie die Darwin'sche, nicht mehr richtig sein soll, so wenig kann man sich, den neuerlich dawider gemachten Einwendungen gegenüber, dem Eindruck ihrer Verwundbarkeit verschliessen. Es scheint unläugbar, dass ächte Atollbildung in vielen Fällen stattgefunden hat, wo Hebung des Meeresbodens und der die Atolle tragenden unterseeischen Bergeshöhen thatsächlich erwiesen ist, während die von Darwin angenommene Senkung immer nur eine Hypothese *ad hoc* bleibt. Eine andere Frage ist es, was an die Stelle der erschütterten Theorie zu setzen sei; welchen Antheil an der Atollbildung den sehr mannigfaltigen Einflüssen zukomme, die dabei im Spiele sind. Dies zu erörtern, ist jedoch nicht unseres Amtes und wäre hier nicht der Ort. Was uns hier allein angeht, das ist die Thatsache, dass in allen Umgestaltungen der Theorie das

wesentlichste Hülfsmittel zur Atollbildung doch stets das stärkere Wachsthum der Korallen im bewegten Wasser bleibt, und dass als Derjenige, der dies zuerst eingesehen und ausgesprochen hat, Chamisso genannt wird.

Ich befinde mich nun hier in der absonderlichen Lage, Chamisso, gewissermaassen in seinem eigenen Namen, heute diesen Ruhmestitel absprechen zu müssen. Die Meinung, dass er jene Lehre aufgestellt habe, findet sich bei Darwin in seinem Werk über die Korallenriffe, und ist von dort in spätere Schriften übergegangen. Studirt man aber Chamisso's Werke, so zeigt sich, dass er zwar die Atolle petrographisch, geognostisch und zoologisch möglichst genau untersucht und beschreibt, jedoch nirgend die ihm von Darwin zugeschriebene Bemerkung über das stärkere Wachsen der Korallen in der Brandung macht. Er sagt im Gegentheil: »Was von dem Damm »untersucht werden kann, besteht aus wagerechten Lagern eines aus »Korallensand oder Madreporentrümmern gebildeten Kalksteins ... Die »enormen Massen aus einem Wuchs, die man hie und da auf den »Inseln oder auf den Riffen als gerollte Felsenstücke antrifft, haben »sich wohl in der ruhigen Tiefe des Oceans erzeugt. Oben unter »wechselnden Einwirkungen können nur Bildungen von geringer Grösse »entstehen ... Wir halten dafür, dass der ganze Bau, der sich steil »aus dem Abgrunde erhebende Tafelberg, der die Grundveste der »Inselgruppe bildet, aus dieser selben Gebirgsart besteht.« Chamisso dachte sich also wieder, dass die Korallenthiere aus unergründlicher Tiefe bauen; das stärkere Wachsthum der Riffe auf der Windseite schrieb er der mechanischen Wirkung des Wellenschlages zu, welcher Sand und Trümmer aller Art aufwerfe: von Begünstigung des Lebens der Korallen durch Bewegung der See ist bei ihm nicht die Rede.

Natürlich fragt man, wie Darwin zu seiner unzutreffenden Angabe gelangt sei. Dies erklärt sich folgendermaassen. Am Schlusse des dritten Bandes des Kotzebue'schen Reisewerkes, welcher Chamisso's 'Bemerkungen und Ansichten' enthält, findet sich ein 'Anhang von anderen Verfassern', und hier in einem kurzen Aufsatze das entscheidende Wort: »die grösseren Korallenarten, welche einige Faden »in der Dicke messende Blöcke bilden, scheinen die am Aussenrande »des Riffs stärkere Brandung zu lieben; dieses und die Hindernisse, »die ihrem Fortleben in der Mitte eines breiten Riffs durch die auf»geworfenen von den Thieren verlassenen Muschel- und Schnecken»schalen und Korallenbruchstücke in den Weg gelegt werden, sind »wohl die Ursachen, wesshalb der Aussenrand eines Riffs zuerst der »Oberfläche sich nähert«. Diesem Aufsatze fehlt der Name des Verfassers, doch kann aus mehreren Gründen kein Zweifel sein, dass er

von ESCHSCHOLTZ herrührt, welchem ihn auch EHRENBERG in POGGENDORFF's Annalen noch bei CHAMISSO's Lebzeiten in einer sogar von diesem erwähnten Abhandlung zuschrieb. DARWIN führt CHAMISSO nach der englischen Übersetzung von KOTZEBUE's 'Erster Reise' an, und zwar genau mit den obigen Worten von ESCHSCHOLTZ: »*The larger kinds of coral, which form rocks measuring several fathoms in thickness, prefer, according to CHAMISSO, the most violent surf*«. Entweder also hat er die Überschrift: 'Anhang von anderen Verfassern' übersehen und geglaubt, der namenlose Aufsatz sei von CHAMISSO, oder der Fehler wurde schon von dem Übersetzer des Werkes begangen. Da mir die englische Übersetzung nicht vorliegt, kann ich zwischen diesen beiden Möglichkeiten nicht entscheiden. Übrigens muss schon vor DARWIN's Arbeit, welche CHAMISSO nicht erlebte, solche Verwechselung stattgefunden haben. Denn im Vorworte zu seiner Reisebeschreibung, vom Winter 1834—35, sagt CHAMISSO, indem er sich über die nachlässige und eigenmächtige Redaction des KOTZEBUE'schen Reisewerkes beschwert, dass in einer darin enthaltenen »eigenen Abhandlung, die ihm zugeschrieben werden »konnte und zugeschrieben worden sei, ESCHSCHOLTZ über die Korallen»inseln hergebrachte Meinungen wieder vortrug, die widerlegt zu haben, »er sich zu einem Hauptverdienst anrechne.« Auf alle Fälle ist klar, dass CHAMISSO an das stärkere Wachsthum der Korallen in der Brandung nicht glaubte, geschweige es billigte, wenn Andere davon für die Erklärung der Atollbildung Gebrauch machten, und dass in diesem Sinne sein Name seit fast fünfzig Jahren mit Unrecht, wider seinen ausgesprochenen Willen, in diese Angelegenheit verflochten ist, welcher er nur durch seine gewissenhafte, rein auf die Aufnahme des Thatbestandes sich beschränkende Untersuchung des Baues der Koralleninseln hat angehören wollen.

»Sowie die Korallen-Riffe und -Inseln des grossen Oceans Erzeug»nisse des thierischen Lebens sind«, sagt CHAMISSO in seinen 'Ansichten von der Pflanzenkunde und dem Pflanzenreiche', »so sind die Torf»moore Erzeugnisse des pflanzlichen.« Es giebt einen Begriff von dem Umfang seiner Naturanschauung, wenn hier sogleich der Bemühungen gedacht wird, welche er, bald nach der Rückkehr von seiner Weltreise, einem vergleichsweise so unscheinbaren Gegenstande wie den norddeutschen Torflagern widmete. Damals herrschte noch, auf Grund einer Beobachtung ALEXANDER's VON HUMBOLDT, welcher auch LEOPOLD VON BUCH Vertrauen geschenkt hatte, die Meinung, unsere Torflager, beispielsweise das Berlin benachbarte von Linum, enthielten Reste von Seetang (*Fucus sacharinus*) und seien somit Erzeugnisse des Meeres. Durch eine Untersuchung, welche er bei Linum mit POGGENDORFF und FRIEDRICH HOFFMANN, dem früh verstorbenen Geo-

logen, begann, dann auf Rügen und längs dem Ostseestrande allein fortführte, lieferte Chamisso den auch wirthschaftlich nicht unwichtigen Beweis, dass das Meer an der Torfbildung weder im Binnenlande noch am Strande Antheil gehabt habe, und dass zur Erklärung der Thatsachen keine Veränderung der Höhenverhältnisse des Bodens zur Meeresfläche nöthig sei.

Auf dem Torfmoore bei Linum sah Chamisso die Kimming oder Luftspiegelung wieder, welche sich ihm im hohen Norden im grössten Maassstabe dargeboten hatte. Er knüpft daran eine minder bekannte Bemerkung, die ich mich erinnere in Paul Erman's Vorlesungen gehört zu haben, die aber wohl von Chamisso herrührt, da dieser, sonst überaus peinlich in Angabe seiner Quellen, Erman nicht als Urheber nennt. Er sagt nämlich, dass man die Luftspiegelung auch in verticaler Ebene an langen, geraden, sonnebeschienenen Mauerflächen wahrnehme, wozu die nach Südwest gekehrte Berliner Stadtmauer zwischen Potsdamer und Halle'schem Thore eine (seitdem verschwundene) Gelegenheit biete.

Man würde irren, wenn man sich Chamisso's zoologische Beobachtungen, nach neuerlich beliebter Art, allein auf die niederen Thierformen, wie Salpen und Korallenthiere, oder wie die das Meerleuchten verursachenden mikroskopischen Organismen gerichtet, vorstellte. Mit eben so gespannter Aufmerksamkeit wurden unter allen Breiten die Wirbelthiere betrachtet: die fliegenden Fische, die auf dem Rurik rastenden Vögel, die Walfische, von deren Zähmung und Dienstbarmachung er träumte, die Seelöwen, durch deren brüllende Heerde er auf der St. Georgs-Insel furchtlos schritt. Über die an Bord des Rurik genommenen Affen machte er tiefe psychologische Bemerkungen. Auch die ausgestorbene Thierwelt ging nicht leer aus: einen von Chamisso am Kotzebue-Sund ausgegrabenen Mammuth-Stosszahn hat Cuvier in den *Ossemens fossiles* abgebildet.

Aber, wie schon bemerkt, die Erforschung des Menschen selber liess Chamisso überall auf seiner Reise sich ganz besonders angelegen sein. Natürlich ist bei ihm, wiewohl er von Schädeln sammelte, was zu erlangen war, genauere Beobachtung und Feststellung der körperlichen Beschaffenheit der Rassen nach unseren heutigen Begriffen nicht zu erwarten, und bei der Entwickelung des Weltverkehrs seit siebzig Jahren, bei den vervollkommneten Methoden der Untersuchung, wie systematische Messung, Gypsabguss und Photographie, liegt es auf der Hand, dass er im Einzelnen vielfach überholt sein muss. Immer bleibt er es, welcher durch Unterscheidung zweier Hauptprovinzen des grossen Oceans und einer abgesonderten Gruppe von Inseln über das die oceanische Inselwelt bewohnende Völkergemisch zuerst Licht verbreitet hat. Der heute als Mikronesien von Polynesien abgetrennte,

mit Chamisso's erster Provinz sich deckende Theil ist nach Hrn. Bastian's Urtheil, der 1881 zur hundertjährigen Geburtstagsfeier Chamisso's sein Andenken in der anthropologischen Gesellschaft erneuerte, wesentlich durch ihn bekannt geworden, so dass bis zu Hrn. Semper's Aufenthalt auf den Palau-Inseln und Hrn. Finsch's Reisen in die Südsee zu Chamisso's Berichten in der Hauptsache nicht viel hinzugekommen war. Auch im Norden hat Chamisso über die Verwandtschaft zwischen den asiatischen Tschuktschen einerseits, andererseits den amerikanischen Eskimo werthvolle Andeutungen gegeben.

Das allgemeine Ergebniss seines Studiums sowohl der Geschichte wie der Natur, wie er selber es ausspricht, ist, freilich wieder im Gegensatz zu heute siegreichen Anschauungen, dass er sich den Menschen sehr jung auf dieser alten Erde vorstellt. Er lässt ihn von seiner Wiege, dem Rücken Asiens, herabsteigen, nach allen Seiten vorschreitend das feste Land in Besitz nehmen; im Westen über Afrika sich verbreiten, wo die Sonne die Neger färbt, wie auf den östlichen, unter der Linie gelegenen Ländern die Papua unter gleicher Einwirkung dieselbe Veränderung erleiden, oder vielleicht mit dem Afrikaner zu Einem Stamme gehören. Die Beringsstrasse überschreitend lässt er ihn Amerika bevölkern, ohne die Möglichkeit ganz in Abrede zu stellen, dass Südamerika auch von Westen her zu Schiffe erreicht worden sei.

Aber wenn Chamisso's anthropologische Aufstellungen in mancher Hinsicht veraltet erscheinen, so sind dagegen seine ethnographischen Schilderungen von unvergänglichem Werthe, sofern er von den menschlichen Zuständen auf den oceanischen Inseln mit Liebe und Sorgfalt ein lebendiges und farbenreiches Bild entworfen hat, welches nicht übertroffen werden kann aus dem einfachen Grunde, dass das Urbild unwiederbringlich verloren ist. Mit Seherblick hat Chamisso die Vernichtung dieser unendlich anziehenden Cultur bei ihrem Zusammenstoss mit dem schrecklichen weissen Menschen vorhergesagt, eine Weissagung die nur zu sicher grösstentheils schon eingetroffen ist. Er wusste wohl was er that, als er von Sitten und Gebräuchen, Religionsbegriffen und Aberglauben, Sagen und Liedern, Trachten und Waffen, Geräthen und Seefahrzeugen beschrieb, aufzeichnete und dem Gedächtniss erhielt was er irgend konnte, und nach seiner Heimkehr hat er wiederholt, eindringlich und laut, den Warnungsruf erhoben zur schleunigen Bergung der hier noch vorhandenen, mit unvermeidlichem Untergang bedrohten Schätze. Man erkennt den Dichter in dem schönen Gleichniss, in welches er seine Trauer kleidet: »Alle »Schlüssel zu einem der wichtigsten Räthsel, welches die Geschichte »des Menschengeschlechtes in seinen Wanderungen auf der Erde

»darbietet, werden von uns selbst, in der Stunde, wo sie in unsere »Hände gegeben sind, in das Meer der Vergessenheit versenkt.«

Erst in ungleich jüngerer Zeit, als es meist schon zu spät war, hat man angefangen, im Sinne seiner Mahnungen zu handeln. Wir selber haben mit den Mitteln der Humboldt-Stiftung für Naturforschung und Reisen Hrn. Dr. Otto Finsch nach jenen Gegenden entsendet, welcher leider durch die neuen ihm von der Deutschen Colonialpolitik gestellten Aufgaben bisher verhindert wurde, die Ergebnisse seiner langjährigen Forschungen zu veröffentlichen. Zu einem noch weniger erfreulichen Zweck, als um die letzten Trümmer autochthoner Cultur zu retten, haben wir mit den Mitteln derselben Stiftung einen anderen Reisenden nach den Sandwichinseln entsendet, und in nichts kann wohl greller der Umschwung sich kundgeben, der seit Chamisso's Tagen dort vor sich ging. Wo Chamisso den von ihm höchlich bewunderten alten König und Helden Tameiameia sein blühendes Inselvolk patriarchalisch beherrschen sah wie Alkinoos seine Phaeaken, kämpft jetzt eine völlig europäisch organisirte Regierung wider eine furchtbare, die Eingeborenen heimsuchende Seuche, den aus Europa fast verschwundenen mittelalterlichen Aussatz, zu dessen Beobachtung sich Hr. Dr. Eduard Arning nach Honolulu begab. An Stelle des lieblichen Dorfes unter Palmbäumen am Seegestade, in welchem Tameiameia auf einer erhabenen Terrasse, von seinen Weibern umringt, in volksthümlich malerischer Tracht, dem rothen Maro und der schwarzen Tapa, die Herren vom Rurik empfing, trifft heute der Reisende eine wohlgebaute Stadt mit elektrischer Beleuchtung und Fernsprecheinrichtung.

Vielleicht etwas unter dem Einfluss Rousseau'scher Ideen entbrennt Chamisso in fast schwärmerischer Neigung für die schönen, heiteren, sanften Menschen auf den seligen Eilanden der Südsee, besonders der Radakkette. Er weiss nicht genug den natürlichen Adel der Männer, die züchtige Anmuth der liederreichen Frauen von Radak zu rühmen. Bitter tadelt er die thörichte Überhebung der Scheincivilisation, welche diese Menschen Wilde schilt. Mit einem besonders verständigen Manne, der nach der Gruppe Aur der Radakkette verschlagen sich dem Rurik anvertraute, um zu seiner heimathlichen Inselgruppe Ulea, einer der Carolinen, zurückzugelangen, schliesst Chamisso sogar einen nach unserem heutigen Geschmack etwas zu empfindsamen Freundschaftsbund. Kadu, so hiess dieser Mann, machte wirklich die Reise nach dem Norden mit, verliess aber den Rurik und blieb auf der Insel Otdia der Radakkette, als die Expedition diese zum letzten Male berührte. Er spielt in Chamisso's Berichten eine wichtige Rolle, indem er, eine Art Odysseus der Südsee, über

eine Menge von Fragen anders gar nicht zu erlangende Auskunft zu geben vermochte. Chamisso beklagt schmerzlich, durch Kadu's plötzlich veränderten Entschluss der Gelegenheit beraubt worden zu sein, sich weiter von ihm unterrichten zu lassen.

Unschätzbare Dienste leistete nämlich Kadu bei den sprachwissenschaftlichen Forschungen, denen Chamisso mit erstaunlichem Eifer und Fleiss oblag. Obgleich dieser während der drei Jahre, welche er an Bord des Rurik zubrachte, nicht Russisch lernte, kann doch schon nach der Art, wie er neben seiner Muttersprache die deutsche Sprache in Prosa und in Versen handhabte, kein Zweifel sein, dass er ein sehr ungewöhnliches Sprachtalent besass. Spanisch hatte er schon vorher gelernt, »um den Don Quixote in der Ursprache zu lesen.« Auf der Reise bewährte sich diese Begabung in der ungemeinen Leichtigkeit, mit welcher er alsbald mit den verschiedenen Völkerschaften sich zu verständigen wusste, die der Rurik auf seinen Kreuz- und Querfahrten antraf. Seine 'Bemerkungen und Ansichten' enthalten ein reiches Vocabularium von drei polynesischen Dialekten, darunter dem der Radakkette, wie auch Proben der Radak'schen Volksdichtungen; wobei er sich mit dem seitdem so vielfach erörterten Problem der phonetischen Transscription auf seine Weise abzufinden verstand. Auch auf Luçon, wo die zum malayischen Sprachstamm gehörige Sprache der Tagalen schon schriftlich festgestellt war, setzte er diese Studien fort, und brachte in kurzer Zeit eine tagalische Bibliothek zusammen, die er für eine seiner werthvollsten Erwerbungen hielt. Als in der Nacht vom 3. zum 4. Juli 1822 eine Feuersbrunst das von ihm in Neu-Schöneberg bewohnte Haus zerstörte, war nach dem Leben der Seinigen diese tagalische Bibliothek das Erste was er zu retten suchte, und er eilte, sie vor ähnlichen Gefahren zu sichern, indem er sie der Königlichen Bibliothek schenkte. Im Einklang mit seiner Überzeugung von der Einheit des Menschengeschlechtes glaubte er übrigens auch in der Sprachwissenschaft an einen einheitlichen Ursprung aller Sprachen; in auffallendem Gegensatz, wie mir Hr. Max Müller brieflich bemerkt, zu seiner in der Naturwissenschaft das Specifische so stark betonenden Denkweise.

Eine linguistische Episode, welche Chamisso erzählt, hat vielleicht in diesem Augenblick ein gewisses Tagesinteresse. Schon herrschte auf Tahiti die sonderbare Sitte, dass bei dem Antritt eines neuen Regenten und ähnlichen Gelegenheiten Wörter aus der gemeinen (nicht der älteren liturgischen) Sprache gänzlich verbannt und durch neue ersetzt wurden. Durch solche willkürliche Veränderungen war es dazu gekommen, dass die Eingebornen von Tahiti und die von Hawaii einander nicht mehr verstanden. Gegen das Jahr 1800 ersann aber

jener gewaltige Beherrscher der Sandwichinseln, Tameiameia, bei der Geburt eines Sohnes eine ganz neue Sprache, und fing an sie einzuführen. Die neuerfundenen Wörter waren mit keinen Wurzeln der gangbaren Sprache verwandt, selbst die Partikeln wurden dergestalt umgeschaffen. Es heisst, dass mächtige Häuptlinge, denen diese Neuerung missfiel, das Kind, welches dazu Veranlassung gab, mit Gift aus dem Wege räumten. Bei dessen Tode wurde dann aufgegeben, was bei seiner Geburt unternommen worden war; die alte Sprache wurde wieder angenommen, und die neüe vergessen, so dass Chamisso nur noch einzelne Brocken davon vorfand.

Chamisso lernte damals die Sprache von Hawaii zum nothdürftigen Verständniss innerhalb eines engen Kreises von Begriffen mit den Eingeborenen sprechen; noch war kein Versuch gemacht worden, sie der Schrift anzuvertrauen. Als er um die Mitte der dreissiger Jahre, kurz vor seiner Wahl in die Akademie, seine Reiseerinnerungen behufs einer neuen Ausgabe wieder durchging, war die Hawaiische Sprache zu einer Büchersprache geworden, und es hätte keines Kindermordes mehr bedurft, um sie von einer künstlichen Nebenbuhlerin zu befreien. Schon hatte die Hawaiische Presse Druckschriften genug geliefert, um ein gründliches Sprachstudium zu ermöglichen. Wilhelm von Humboldt schickte sich an, im Verfolg seines grossen Werkes über die Kawi-Sprache auf der Insel Java Licht über die polynesischen Sprachen zu verbreiten, als der Tod ihn abrief in denselben Tagen, wo Chamisso's Wahl in der Classe schwebte. In seiner Reise, seinen früheren Versuchen glaubte dieser nunmehr seinen Beruf zu erkennen, seine letzte Kraft daran zu setzen, dies Feld der Sprachforschung urbar zu machen. Er unternahm es, aus den ihm vorliegenden Büchern die Hawaiische Sprache zu erlernen, und setzte sich vor, eine Grammatik und ein Wörterbuch dieser Sprache zu verfassen. Als Vorarbeit dazu las er in der Akademie, kurz vor seinem eigenen Tode, die oben erwähnte Abhandlung.

So haben wir den Kreis geschlossen, welcher Chamisso's wissenschaftliche Arbeit umfasst. Aus einer überwältigenden Fülle von einzelnen Wahrnehmungen, Bemerkungen, Ergebnissen konnte hier nur ein verschwindend kleiner Theil zur Erläuterung seiner Art von Thätigkeit hervorgehoben werden. Betrachtet man diese Thätigkeit in ihrer Gesammtheit, so muss man zunächst wohl zugeben, dass seine Stärke nicht in der Richtung strenger theoretischer Zergliederung lag: nicht zu verwundern, wenn man seinen Bildungsgang und den damaligen Zustand der theoretischen Naturforschung in Deutschland bedenkt, die eben erst anfing, von der entnervenden Umstrickung der Naturphilosophie sich zu erholen. Sondern das Charakteristische und

wahrhaft Bewundernswerthe in Chamisso's wissenschaftlicher Thätigkeit ist sein die ganze Erscheinungswelt mit gleicher Liebe, Frische und Spannkraft umfassendes Vermögen: von dem Gestein, welches unter seinem geologischen Hammer erklang, dem Heu, wie er seine getrockneten Lieblinge gern bescheidentlich nannte, dem Meeresgewürm, welches ihm eins seiner wunderbarsten Geheimnisse verrieth, bis zu jenem erhabensten Naturerzeugniss, als welches der Mensch der objectiven Forschung sich darstellt, man betrachte ihn als einzelnes, dem Thiere verwandtes Lebewesen, als werkzeugmachendes, feuergebrauchendes, geselliges Geschöpf, oder in seiner höchsten Äusserung, der ihn erst zum Menschen erhebenden Sprache. Mit gesunden regen Sinnen, mit stets bereiter Thatkraft steht Chamisso den natürlichen Dingen gegenüber, legt unverdrossen Hand an zu jeder Art von Beobachtung, und bildet sich seine Vorstellungen ohne vorgefasste Meinung und mit strenger Beschränkung auf das thatsächlich Erkannte. So war er, auch wo naturgemäss er im Einzelnen überholt ist, oder seine allgemeinen Anschauungen hinter unseren heutigen Einsichten zurückbleiben, ganz und voll ein Naturforscher im besten Sinne des Wortes, und das zu einer Zeit, da man sie, — es ist schmerzlich es zu sagen, kann aber der Warnung halber nicht oft genug wiederholt werden —, in dem durch die Naturphilosophie hypnotisirten Deutschland mit der Leuchte suchen musste. Nimmt man nun dazu die dichterischen Gaben, welche er, den 'Schlemihl' ausgenommen, fast alle erst nach seiner Rückkehr in dichtgedrängter Reihe und steigender Vollendung ausschüttete; erinnert man sich, wie er eine Verbindung schlägt zwischen der deutschen Lyrik und Béranger, den er nach König Friedrich Wilhelm's IV. Ausspruch nicht sowohl übersetzt als verdeutscht; wie er die Terzine zu einem deutschen Versmaasse macht, und als exotischer Naturschilderer einerseits Bernardin de Saint-Pierre und Chateaubriand die Hand reicht, andererseits Freiligrath vorbereitet; so kann man nicht umhin, in ihm eine der seltensten litterarischen und wissenschaftlichen Gestalten anzuerkennen, mit Alexander von Humboldt einen der Letzten, in denen, statt jener Eingangs beklagten endlosen Zersplitterung, die tausend Farbenstrahlen des menschlichen Geistes noch zu einem in reinem Weiss erglänzenden Gestirn harmonisch verschmolzen waren.

Vielen von Denen, die künftig an seinem Marmorbilde vorübergehen, wird wohl 'Peter Schlemihl', 'Schloss Boncourt', 'Salas y Gomez' vor dem inneren Sinn aufsteigen. Einige werden an den Botaniker und Ethnologen Chamisso, an die Salpen und an die Koralleninseln denken. Am tiefsten innerlich grüssend werden die Wenigen ihm sich neigen, die gleich ihm, in einer eisernen Zeit,

inmitten ernster Erforschung des Wirklichen, sich doch noch in Gemüth, Phantasie und Geist eine Stätte für das Allgemeinmenschliche, das Schöne und das Ideale bewahrt haben.

Hr. Möbius hielt folgende Antrittsrede:

Am 26. April 1852 hatten sich Freunde des damaligen Akademikers Lichtenstein und die Beamten des zoologischen Museums, zu denen auch ich als wissenschaftlicher Hülfsarbeiter gehörte, vor der Büste Lichtenstein's versammelt, welche zur Feier seines fünfzigjährigen Doctorjubiläums an diesem Tage in dem grossen Vogelsaale des Museums aufgestellt wurde.

Der Festredner war Alexander von Humboldt. Er feierte die Verdienste, welche sich der Jubilar um die Entwickelung des zoologischen Museums, dessen Director dieser seit 1815 war, zu einer der bedeutendsten Thiersammlungen Europa's erworben hatte.

Welch' eine Umwandlung hat die Wissenschaft Lichtenstein's seit jener stillen akademischen Feier erfahren!

Die hundertjährige Linné'sche Periode der beschreibenden Zoologie, in welcher die unentbehrlichen sicheren Fundamente für alle weiteren Entwickelungsstufen dieser Wissenschaft gelegt wurden, war ihrem Ende nahe. Schon hatten zootomische, embryologische und histologische Arbeiten hervorragender Forscher neue verheissungsvolle Untersuchungsbahnen eröffnet, als Charles Darwin durch sein lange vorbereitetes Werk »über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl« alle forschenden Zoologen anreizte, den Reichthum bekannter Thatsachen ihrer Wissenschaft für oder gegen die neue Lehre zu befragen und nach neuen morphologischen, embryologischen und biologischen Beweisen für deren Wahrheit oder Grundlosigkeit zu suchen.

So enthüllten die Gegner Darwin's ebenso wie seine Vertheidiger eine Menge vorher unbekannter Eigenschaften bekannter Species und entdeckten zahlreiche neue Arten in allen Ländern und Meeren des Erdballes.

Dieses fast dreissigjährige Forschen und Ringen hat eine wahre Fluth von kleineren Abhandlungen und grösseren Schriften hervorgerufen, aus denen der Hauptinhalt in die Lehrbücher übergegangen und zoologisches Gemeingut geworden ist. Damit ist aber nicht genug gethan. Die wissenschaftlichen Ergebnisse der vielseitigen neueren Untersuchungen der Thierwelt müssen in zoologischen Museen auch anschaulich vorgeführt werden.

Der Linné'schen Periode der Zoologie genügte und entsprach die blosse systematische Aufstellung der ausgebildeten Thierformen. Ihr heutiger Standpunkt fordert, dass ausser den systematischen Gruppen auch noch zootomische, genetische, biologische und chorologische Reihen aufgestellt werden.

Soweit diese zur öffentlichen Belehrung dienen sollen, dürfen sie nur aus einer zweckmässigen Auswahl von guten Exemplaren ganzer Thiere und von sauberen Praeparaten bestehen, durch welche die Gesetze der Gestaltung, Färbung, Bewegungsweise und Entwickelung, der Lebensweise und geographischen Verbreitung aller Thierclassen verständlich gemacht werden. Kurze Erklärungen, Abbildungen, Modelle und geographische Karten müssen dieses Verständniss erleichtern.

Zur weiteren Fortentwickelung der Zoologie und zur Prüfung des Werthes neuer Systeme und Theorien muss aber auch in einem grossen Museum die Thierwelt aller Länder und Meere in der grössten Reichhaltigkeit, welche Geldmittel und Aufstellungsräume ermöglichen, vertreten sein. In bester Ordnung und bequem benutzbar aufgestellt wie die Bücher einer grossen gut geordneten Bibliothek, müssen die Exemplare und Praeparate der grossen Hauptsammlung jedem Vorbereiteten zu wissenschaftlichen Studien und Untersuchungen zugänglich gemacht werden, dem grossen Publikum aber verschlossen bleiben, um sie nicht täglich für ein blosses ermüdendes Staunen über Massen ähnlicher Thiergestalten den Schädigungen des Staubes und farbenbleichenden Lichtes aussetzen zu müssen.

Der hohen Akademie der Wissenschaften, welche mich würdig befunden hat, als Vertreter der systematischen und geographischen Zoologie und Director der zoologischen Sammlung des Museums für Naturkunde an ihren vielumfassenden Arbeiten theilzunehmen, glaubte ich dieses Programm der wichtigsten Aufgabe, welche ich hier auszuführen habe, vorlegen zu müssen. Mein fünfzehnjähriges Arbeiten an dem schnell aufblühenden naturhistorischen Museum zu Hamburg; meine Theilnahme an der Gründung und Verwaltung des dortigen zoologischen Gartens und Aquariums; die neunzehnjährige Verwaltung und die neue Einrichtung des zoologischen Museums der Universität Kiel; die Besuche der grösseren zoologischen Museen Europas; mehrere wissenschaftliche Untersuchungsreisen durch die Ost- und Nordsee, ein mehrmonatlicher Aufenthalt auf einem tropischen Korallenriffe, einem Paradies der Seethierwelt und der Zoologen, und die Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten in verschiedenen Gebieten der Zoologie glaube ich als geeignete Vorbereitungen zu meinem neuen wichtigen Amte ansehen zu dürfen.

Die Themata zu meinen wissenschaftlichen Untersuchungen traten mir ungesucht in den Gebieten meiner wissenschaftlichen Verpflichtungen entgegen.

Die Sammlungen des naturhistorischen Museums zu Hamburg gaben mir Anlass zu Arbeiten über Nester geselliger südamerikanischer Wespen, über Seesterne, Gorgoniden und echte Perlen. Die Polypen und Quallen des Hamburger Aquariums boten mir Stoff zu Untersuchungen der Nesselkapseln. Die Nähe der Ostsee führte mich zu Untersuchungen ihrer noch wenig gekannten Fauna, welche ich seit meiner Berufung nach Kiel im Jahre 1868 bis zur Übernahme meines hiesigen Amtes fortsetzte. Als Kieler Zoolog wurde ich auch veranlasst, die Lebensbedingungen der Austern in unserem Wattenmeere zu ergründen. Meine Reise nach Mauritius, deren hauptsächlichste wissenschaftlichen Ergebnisse mit Unterstützung der Akademie veröffentlicht worden sind, lieferte mir Grundlagen zu Untersuchungen über fliegende Fische, Foraminiferen und das vielumstrittene Eozoon.

Als Nachfolger hochverdienter Directoren der zoologischen und der zootomischen Sammlung, welche beide nun endlich den wissenschaftlichen Forderungen gemäss vereinigt sind, steht vor mir die grosse und schöne Aufgabe, die Schätze, welche Männer wie M. H. C. Lichtenstein und W. Peters, C. A. Rudolphi, mein grosser Lehrer Joh. Müller und C. B. Reichert mit unermüdlichem Sammeleifer erworben, wissenschaftlich durchgearbeitet und systematisch geordnet haben, in schönen neuen Räumen im Geiste des frischen Lebens, welches gegenwärtig die Zoologie durchdringt, für fruchtbringende Studien und erhebenden wissenschaftlichen Genuss in neuer Ordnung aufzustellen.

Als meine Vorgänger in der Museumsverwaltung werden mir jene einstigen Mitglieder unserer Akademie Vorbilder pflichttreuen Arbeitens und wissenschaftlichen Forschens ersten Ranges bleiben, so lange ich ihnen nacharbeiten kann.

Nur so hoffe ich der hohen Akademie für die Ehre, welche sie mir durch die Aufnahme in ihren Kreis erwiesen hat, den gebührenden Dank abstatten zu können.

Der Vorsitzende, als Secretar der physikalisch-mathematischen Classe, antwortete Hrn. Möbius:

Sie haben, Hr. Möbius, das Andenken erweckt an Zustände der Wissenschaft, welche bald nur noch Wenigen aus persönlicher Er-

innerung bekannt sein werden, und von denen schon heute die Jüngeren sich keine Vorstellung mehr machen können. Wie die jüngeren Deutschen heute die Zeit des Frankfurter Bundestages, der Schwäche Preussens, der Zerrissenheit Deutschlands sich nicht mehr vorstellen können, fast so können die jüngeren Zoologen sich nicht mehr denken, wie in vordarwinischen Tagen die Zoologie aussah: beschränkt wie sie war auf den Ausbau eines Systems, das doch immer ein künstliches blieb, auf Einordnung endlos zuströmender neuer Formen in ein Fachwerk, dem es oft an den nöthigen Fächern gebrach. Nur wer sie erlebte weiss, welche befreiende That DARWIN's war.

Sie haben sich, Hr. MÖBIUS, von Anfang an bis jetzt an der Ausbildung der neuen Lehre eifrig und erfolgreich betheiligt. Erst kürzlich haben Sie sich um Feststellung des Artbegriffes in seinem Verhältniss zur Abstammungslehre bemüht, und Ihr etwas älterer Vorschlag, an Stelle des in der Biologie soviel Verwirrung stiftenden Wortes 'Zweckmässig', welches schon C. E. VON BAER wenig glücklich durch 'Zielstrebig' ersetzen wollte, das Wort 'Erhaltungsmässig' zu setzen, ist sicher der Ausdruck einer streng wissenschaftlichen Auffassung des Lebensproblems. Sie haben aber dabei die weitere Ausbildung des Systems im Einzelnen, als der unentbehrlichen Grundlage des bisherigen wie jedes künftigen Fortschrittes, nicht verschmäht, und in Ihren herrlichen faunistischen Arbeiten über die Mollusken der Kieler Bucht eine unschätzbare Grundlage für die Erkenntniss etwa entstehender Abweichungen und ihrer Ursachen geliefert. Ihre Untersuchungen haben festgestellt, dass in der Ostsee weit mehr nordatlantische Evertebraten leben, als man früher ahnte, während Sie auch von den Fischen dieses Binnenmeeres eine ebenso wissenschaftlich genaue wie gemeinfassliche und -nützliche Übersicht lieferten. Je lebhafter Sie der Schule sich anschlossen, welche nur natürliches Geschehen kennt, um so wachsamer war doch Ihre Kritik gegenüber den Täuschungen und Übertreibungen, wie sie nicht ausbleiben konnten in der Gährung, in welche der plötzliche Umsturz des Alten die Wissenschaft weithin versetzte. Sie machten dem Traum von der Morgenröthe des Thierreiches in der Laurentinischen Formation Canada's ein für allemal ein Ende, und noch ist in Vieler Gedächtniss, wie Sie vor den Augen der in Hamburg versammelten Deutschen Naturforscher und Ärzte das angebliche *Eozoon* der Gegenwart, den *Bathybius Haeckelii*, aus Seewasser und Alkohol erzeugten.

Nicht bloss als Forscher und Lehrer sind Sie berufen, die neue Gestalt der Wissenschaft in Berlin ausprägen zu helfen. Sie haben uns das Bild einer zoologischen Sammlung entrollt, wie sie dem heutigen Stande der Erkenntniss entsprechen würde, und in der ge-

waltigen Entwickelung der Reichshauptstadt bietet sich Ihnen eine in ihrer Art vielleicht einzige Gelegenheit, dies Bild zu verwirklichen. Die naturwissenschaftlichen Sammlungen des Staates, welche fast achtzig Jahre lang das Universitätsgebäude seinem eigentlichen Zwecke grösstentheils entfremdeten, werden endlich in einem eigens dafür errichteten Sammlungsgebäude eine passende Unterkunft finden. Was durch Umstellen und Erweitern vorhandener Sammlungen in gegebener Örtlichkeit kaum erreichbar ist, soll auszuführen Ihnen vergönnt sein; aus den zerstreuten Gliedern, welche Ihre Vorgänger von der alten Schule unter beengten Verhältnissen, mit vergleichsweise kümmerlichen Mitteln gehäuft haben, dürfen Sie, frei schaltend in noch freien Räumen, ein organisches Ganze aufbauen, wie es nicht leicht anderswo zu finden sein wird, und Laien wie Kundigen die Thierwelt in ihrem Zusammenhange, ihren Übergängen, ihrem Werden vorführen.

So schön ist diese Ihnen zufallende Aufgabe, aber so gross auch der zu ihrer Lösung erforderliche Aufwand von Zeit und Spannkraft, dass es nicht zu verwundern wäre, wenn Sie dadurch von einer anderen Richtung abgelenkt würden, in der Sie bisher die moderne Zoologie mit sinnreichen Arbeiten glücklich beschenkten. Indem die Linné-Cuvier'sche Periode allzu einseitig auf Beschreibung und Classification der Lebewesen ausging, vernachlässigte sie fast ganz gerade eine der anziehendsten und dankbarsten Seiten ihrer Erforschung. Wie sie in den Museen oft an trockenen Bälgen und an Skeleten, an Muscheln und Eiern sich genug sein liess, so war ihr auch die Beobachtung der Lebenserscheinungen der Thiere, die Naturgeschichte, allzu sehr abhanden gekommen, und galt, neben der vergleichenden Anatomie und der darauf gegründeten Systematik, kaum noch für einen Gegenstand ernster wissenschaftlicher Untersuchung. Unter den Zoologen, die nach Aufhebung dieses Bannes sich der Beobachtung und Aufklärung von Lebenserscheinungen widmeten, gebührt Ihnen, Hr. Möbius, eine der ersten Stellen.

Durch Ihre Beschreibung der Nester vieler geselligen Wespen lieferten Sie früh einen lichtvollen Beitrag zum uralten Problem des Pappus, des Entstehens der Bienenzelle. Während der Expedition zur physikalisch-chemischen und biologischen Untersuchung der Ostsee auf S. M. Avisodampfer 'Pommerania' im Sommer 1871 gelangten Sie zu dem grundlegenden Ergebniss, dass die Ostsee überhaupt nur eine Auswahl solcher atlantischen und Eismeer-Thiere enthält, welche grosse Temperaturunterschiede zu ertragen im Stande sind, für welche Sie die Bezeichnung als eurytherme Thiere vorschlugen, im Gegensatz zu den stenothermen Thieren, welche, wie die tropischen und die ausschliesslich arktischen Seethiere, nur in warmen, oder nur in

kalten, wenig schwankenden Temperaturen gedeihen; wie denn auch nach Ihnen die Ostseethiere nicht Brackwasserthiere, sondern euryhaline Thiere sind, d. h. in Meerwasser von wechselndem Salzgehalt ausdauern. Im Fischerboot auf offenem Meer, mit dem Schleppnetz den Daseinsbedingungen einer thierischen Lebensgemeinde oder Biocoenose, wie Sie es nennen, nachspürend, sind sie ebenso zu Hause wie am Mikroskopirtisch, wo Sie den wunderbaren Mechanismus der Nesselkapseln der Polypen und Quallen enträthseln, und in den Fäden, mit welchen der männliche Seestichling sein Nest umstrickt, eine Absonderung seiner während der Brutpflege gleichsam in Spinndrüsen verwandelten Nieren erkennen. Neben theoretischen stets zugleich praktische Gesichtspunkte im Auge haltend, haben Sie ganz besondere Aufmerksamkeit der Naturgeschichte jenes für die Küstenbevölkerungen als Erwerbsquell so wichtigen Weichthieres, der Auster, zugewendet, und, unter Hinweis auf den grossen Unterschied zwischen Keim- und Reifefruchtbarkeit, deren Lebensbedingungen im Wattenmeere der Nordsee so aufgeklärt, dass man durch Sie in Stand gesetzt ist, die Möglichkeit der Gründung neuer Austernbänke sicher zu beurtheilen. Endlich nicht zufrieden mit den kleinen und ärmlichen Verhältnissen der nordischen Heimath, haben Sie eine grössere und reichere Natur unter den Tropen aufgesucht, und durch Ihre meisterhaften Thierbilder ist das schon durch die Dichtung verklärte Korallenriff von Ile-de-France auch für die Zoologie eine classische Stätte geworden. Wenn tausendjährigen Irrthum fortzuräumen grösseren Ruhm gewährt, als neue Probleme hinzustellen, so erwarben Sie sich diesen Ruhm, als Sie auf Ihrer Fahrt im Indischen Ocean die Entdeckung machten, dass die fliegenden Fische nicht fliegen.

Solche Ergebnisse, zu denen mit liebevoll geduldiger Beobachtung der Lebensvorgänge alle Zweige biologischer Forschung zusammenwirken müssen, und in denen Zoologie und vergleichende Physiologie sich die Hand reichen, hofft die Akademie, trotz den aus Ihrer jetzigen Stellung entspringenden Hemmnissen, auch noch fernerhin Ihrem erfahrenen Blick, Ihrem reichen Wissen, Ihrer feinen Wahrnehmungsgabe zu verdanken. Heute heisst sie Sie durch mich auf das Herzlichste in ihrer Mitte willkommen.

Hr. Auwers, als Secretar der physikalisch-mathematischen Classe, verkündete deren folgende Beschlüsse, betreffend den

Preis der STEINER'*schen Stiftung.*

Die Akademie hat im Jahre 1886 den Bestimmungen der STEINER-schen Stiftung gemäss folgende Preisaufgabe gestellt:

»In der Absicht, das Studium der Schriften STEINER's zu erleichtern und zum Fortschreiten auf den von ihm eröffneten Bahnen anzuregen, hat die Akademie die Herausgabe der gesammelten Werke desselben veranlasst, welche in den Jahren 1881 und 1882 erschienen sind. Es bleibt jetzt noch, wie aus der Schlussbemerkung zum zweiten Bande hervorgeht, die Aufgabe, die Resultate der einzelnen Schriften einer Sichtung und Prüfung zu unterwerfen. Die Akademie wünscht, dass dieses zunächst für diejenigen Untersuchungen STEINER's geschehe, welche sich auf die allgemeine Theorie der algebraischen Curven und Flächen beziehen. Es wird verlangt, dass die hauptsächlichsten Resultate derselben auf analytischem Wege verificirt und alsdann durch synthetische Methoden im Sinne STEINER's hergeleitet werden.«

Hierzu ist eine Arbeit eingegangen mit dem Motto:

Rastlos vorwärts musst du streben,
Nie ermüdet stille stehen u. s. w.

Diese Arbeit entspricht nicht den von der Akademie gestellten Anforderungen.

Die Akademie verlangte zunächst die wichtigsten der sich auf die allgemeine Theorie der algebraischen Curven und Flächen bezüglichen Untersuchungen STEINER's auf analytischem Wege zu prüfen. Es konnte nicht zweifelhaft sein, welche Untersuchungen die Akademie hierbei im Auge hatte. Es war auf die oben angeführte Schlussbemerkung zum zweiten Bande der STEINER'schen Werke hingewiesen worden, in welcher von Ergebnissen die Rede ist, die HESSE in seinem Nachruf an STEINER (BORCHARDT's Journal B. 62 S. 199) gleich den FERMAT'schen Sätzen als Räthsel für die Mit- und Nachwelt bezeichnet hatte. Hiernach musste derjenige, welcher an die Bearbeitung der von der Akademie gestellten Aufgabe herantrat, zuvörderst erforschen, in wie weit die seit HESSE bereits erreichte Vervollkommnung der Methoden, welche dieser Meister in die analytische Geometrie eingeführt, geeignet ist, die diesem verschlossen gebliebenen Räthsel zu lösen, oder auch versuchen, diese Methoden zu gleichem Zwecke auszubilden. Der Verfasser der vorliegenden Arbeit hat nichts von alledem angestrebt. Derselbe hat vielmehr nur eine grosse Reihe von Sätzen aus den STEINER'schen Werken herausgegriffen, und dieselben mit analytischen Beweisen versehen. Die Auswahl der Sätze ist so

getroffen, dass die Beweise derselben mit den einfachsten Hülfsmitteln der Elemente der analytischen Geometrie geleistet werden konnten. Auf diese Weise liefert er zum grossen Theil einen Commentar zu Sätzen, deren bereits bekannter synthetischer oder analytischer Beweis nichts an Einfachheit zu wünschen übrig gelassen hatte. Andere Entwickelungen des Verfassers ermangeln theils der nöthigen Praecision, theils einer genügenden Berücksichtigung der schon von Steiner gegebenen Andeutungen. — Die analytische Kraft des Verfassers hat demnach auch nicht vermocht, die in der genannten Schlussbemerkung zum zweiten Bande der Steiner'schen Werke hervorgehobenen Bedenken zu beseitigen. — Der Verfasser hätte sich einen grossen Theil seiner Arbeit sparen können, und er wäre vielleicht auch zur Erkenntniss der wirklich zu lösenden Fragen geführt worden, wenn er es nicht unterlassen hätte, in eine Vergleichung der zu einer grossen Litteratur angewachsenen auf die Untersuchungen Steiner's bezüglichen Arbeiten einzugehen.

Ebenso wenig wie dem ersten Theil der von der Akademie gestellten Aufgabe ist der Verfasser dem zweiten Theil gerecht geworden, welcher verlangte, die verificirten Resultate durch synthetische Methoden im Sinne Steiner's herzuleiten. Dies ist selbstverständlich der Fall in Bezug auf diejenigen oben näher charakterisirten Fragen, an deren analytische Ergründung er gar nicht herangetreten war. Aber auch in den bereits vielfach behandelten und von ihm nochmals erörterten Problemen hat er nirgendwo etwas gegeben, was im Sinne Steiner's als eine geometrische Leistung der einfachsten Art bezeichnet werden könnte.

Hiernach kann der vorliegenden Arbeit der Preis nicht ertheilt werden.

Den Statuten gemäss wird der nunmehr verfügbare Preis Hrn. Professor Zeuthen in Kopenhagen für seine ausgezeichneten Arbeiten auf dem Gebiete der Geometrie zuertheilt.

Die am Leibniz-Tage 1886 verkündete Aufgabe wird hiermit unverändert erneuert.

Die ausschliessende Frist für die Einsendung der Bewerbungsschriften, die in deutscher, lateinischer oder französischer Sprache verfasst sein können, ist der 1. März 1890. Die Bewerbungsschrift ist mit einem Motto zu versehen und dieses auf dem Äussern des versiegelten Zettels, welcher den Namen des Verfassers enthält, zu wiederholen.

Die Ertheilung des Preises von 1800 Mark erfolgt in der öffentlichen Sitzung am Leibniz-Tage 1890.

Hr. Curtius, als Secretar der philosophisch-historischen Classe, verlas den Bericht über die bei dieser Classe ertheilten Preise und gestellten Preisaufgaben.

Preisertheilung aus der Diez-Stiftung.

Der Vorstand der Diez-Stiftung hat den aus dem Ertrage derselben dieses Jahr zu ertheilenden Preis im Betrage von 2000 Mark dem ordentlichen Professor an der Universität zu Breslau Hrn. Dr. Adolf Gaspary als dem Verfasser der »Geschichte der italiänischen Literatur. Erster Band. Berlin 1885« zuerkannt.

Preisertheilung aus der Charlotten-Stiftung.

Die Akademie hatte im vorigen Jahre folgende Preisaufgabe der Charlotten-Stiftung für Philologie gestellt: »Die Schrift Philon's de opificio mundi soll in neuer Textbearbeitung vorgelegt werden, wobei von der Beschaffung neuen handschriftlichen Materials abgesehen werden kann«.

Es sind rechtzeitig sechs Bewerbungsarbeiten eingelaufen, von denen zwei, lateinisch abgefasste, umfängliche neue Handschriftvergleichungen zu Grunde gelegt haben, während die vier übrigen, deutsch geschriebenen, mit dem bisherigen Material gearbeitet haben.

Die eingereichten Schriften bekunden in ihrer Gesammtheit einen recht erfreulichen Stand der philologischen Bildung unter den jüngeren Gelehrten Deutschlands. Es ist keine Arbeit darunter, welche den Text nicht an einzelnen Stellen gefördert und fruchtbare Einzeluntersuchungen geliefert hätte; doch ist der Werth der einzelnen Leistungen natürlich sehr verschieden abgestuft.

Die Arbeit mit dem Motto *Audaces fortuna iuvat* zeichnet sich durch manche feine Bemerkung aus, doch entbehrt die textkritische Untersuchung der Schärfe und die Textbearbeitung ist nicht gleichmässig durchgeführt. Dem Verfasser stand, wie er angibt, nur die Hälfte der Frist zu Gebote.

Eine zweite Arbeit, die mit den Worten τοῖς μὲν οὖν φιλοθέοις u. s. w. bezeichnet ist, geht von unrichtigen Grundsätzen der Bearbeitung aus und bringt zahlreiche, aber nicht immer sorgfältig erwogene Vermuthungen vor. Doch ist auch hier neben vielem Verfehlten manches Gelungene anzuerkennen.

Eine dritte Arbeit, die den Sophokleischen Spruch γένοιτο μεντἂν πᾶν θεοῦ τεχνωμένου an der Spitze trägt, bringt mancherlei Brauchbares

zu Sprachgebrauch und Erklärung bei. Aber da der Verfasser, wie er bemerkt, nicht die volle Zeit ausnutzen konnte, so ist er nicht über einen guten Anfang hinausgekommen.

Der Werth der mit dem Merkspruche πολλὰ ἂν ἔχοι τις λέγειν u. s. w. versehenen Arbeit liegt darin, dass der Verfasser eine grosse Anzahl von guten Handschriften neu verglichen und zur Herstellung des Textes herangezogen hat. Leider ist er bei der Abschätzung derselben nicht ganz vorurtheilsfrei zu Werke gegangen, und er hat es versäumt die Ergebnisse seiner Recension an dem Sprachgebrauche des Schriftstellers wirksam zu controliren. So kann trotz des Fleisses, der auf die Collationen verwendet ist, und trotz einzelner scharfsinniger Besserungen die Bearbeitung nicht als preiswürdig bezeichnet werden.

Die bisher erwähnten vier Arbeiten bleiben trotz mannigfacher löblicher Einzelleistungen im Ganzen doch hinter dem höchsten Ziele zurück. Dagegen sind ihm zwei andere von verschiedenen Seiten ausgehende und mit verschiedenen Mitteln arbeitende Bewerber sehr nahe gekommen.

Die eine dieser beiden hervorragenden Arbeiten trägt den Kennspruch μόνη γὰρ ἡ Ἑλλὰς ἀψευδῶς ἀνθρωπογονεῖ u. s. w. Der Verfasser hat eine Reihe werthvoller Handschriften neu verglichen und auf Grund sehr eingehender textgeschichtlicher Untersuchungen eine mit Gelehrsamkeit, Sprachkenntniss und conjecturaler Begabung durchgeführte Textbearbeitung geliefert, die schon äusserlich in der Sauberkeit des kritischen Apparates ein anerkennenswerthes Editorengeschick bekundet.

Der andere Bearbeiter, der zur engeren Wahl steht, hat das aristotelische Wort ταῖς μὲν οὖν ἀκριβεστέραις ἀνάγκαις u. s. w. als Aufschrift gewählt. Da ihm kein neues handschriftliches Material zu Gebote stand, so hat er diesen Mangel durch um so fleissigere Beobachtung des philonischen Sprachgebrauchs, durch sorgfältige Sammlung der indirecten Überlieferung, durch umfassende Untersuchung der von dem Schriftsteller benutzten Quellen, durch methodische Ausnutzung des gedruckten Variantenmaterials, endlich durch behutsame, aber eindringende Conjecturalkritik auszugleichen gesucht. In der That ist es ihm gelungen eine Textbearbeitung zu liefern, welche einen nicht minder grossen Fortschritt gegen die bisherigen Leistungen darstellt als der Text des vorher erwähnten Bewerbers, der seine Bearbeitung auf neues und zuverlässiges Material gründen konnte. So unleugbare Vorzüge dessen Arbeit in technischer Beziehung besitzt, so zeigt sich doch bei dem letzten Bewerber in der ganzen Auffassung der Aufgabe, in der vielseitigen Bildung und dem tief-

dringenden kritischen Scharfblick eine gewisse Superiorität, die namentlich in den schwierigsten Partien der Schrift deutlich hervortritt. Daher hat die Commission zwischen den beiden sich so nahe stehenden Bewerbern nach eingehender Berathung in der Weise entscheiden zu müssen geglaubt, dass dem Verfasser der letzten Arbeit (ταῖς μὲν οὖν ἀκριβεστέραις ἀνάγκαις), Hrn. Dr. phil. PAUL WENDLAND in Berlin, der Preis der CHARLOTTEN-Stiftung (bestehend in einem Stipendium von 1200 Mark auf die Dauer von vier Jahren) ertheilt wird; für den Verfasser der Schrift μόνη γὰρ ἡ Ἑλλάς, Hrn. Dr. phil. LEOPOLD COHN in Breslau, ist auf Antrag der Akademie von dem Reichskanzler als Curator der CHARLOTTEN-Stiftung im Erlass vom 8. Juni ein Nebenpreis bewilligt, der in einmaliger Auszahlung von 1000 Mark bestehen soll.

Preisaufgabe aus dem VON MILOSZEWSKI'*schen Legat.*

Die Akademie stellt die folgende Preisaufgabe aus dem von Hrn. VON MILOSZEWSKI gestifteten Legat für philosophische Preisfragen:

> »Die Entwickelung der deutschen Psychologie in der Periode, welche annähernd durch den Tod von CHRISTIAN WOLFF und das Erscheinen der Vernunftkritik von KANT begrenzt wird, soll dargelegt werden und es soll besonders der Einfluss dieser psychologischen Arbeiten auf die Ausbildung der Aesthetik unserer klassischen Litteraturepoche festgestellt werden.«

Die ausschliessende Frist für die Einsendung der dieser Aufgabe gewidmeten Schriften, welche nach Wahl des Verfassers in deutscher, lateinischer, französischer oder englischer Sprache abgefasst sein können, ist der 1. März 1890. Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Motto zu versehen und dieses auf dem Äussern eines versiegelten Zettels, welcher den Namen des Verfassers enthält, zu wiederholen. Die Ertheilung des Preises von 2000 Mark geschieht in der öffentlichen Sitzung am LEIBNIZ-Tage 1890.

Die Akademie richtete heute an Seine Majestät den Kaiser und König, an Ihre Majestät die Kaiserin und Königin VICTORIA, und an Ihre Majestät die Kaiserin und Königin AUGUSTA folgende ehrerbietigste, huldvoll entgegengenommene Ansprachen.

I.

Allerdurchlauchtigster, Grossmächtigster Kaiser und König, Allergnädigster Kaiser, König und Herr!

Euerer Kaiserlichen und Königlichen Majestät naht ehrfurchtsvollst die Akademie der Wissenschaften, um ihrem Antheil an dem tiefen Schmerz Ausdruck zu geben, welcher das gesammte deutsche Volk nach so kurzer Frist auf's neue erfüllt.

Wieder hat das Land seinen Kaiser verloren, den Fürsten, welchem es schon als Zweitem im Staat so vieles und grosses zu danken gehabt; der, die rechte Hand Seines erlauchten Vaters beim Wiederaufbau der Herrlichkeit des Reichs, die Feinde des Vaterlandes zu Boden geworfen hatte, gewaltig und unwiderstehlich wie der Wetterstrahl; der, eine Lichtgestalt zugleich voll Hoheit und voll Milde, schon auf den Stufen des Thrones nicht minder wie Kaiser WILHELM's unvergleichliche Majestät die Herzen aller deutschen Stämme einte in Liebe zu dem neuen Kaiserhaus; der als Kaiser, ein leuchtendes Muster hohenzollerscher Pflichttreue bis zum letzten Athemzuge, alles Sinnen in Palast und Hütte, alles Denken vom Fels bis zum Meer nur hat einen dürfen in Bewunderung seiner heldenmüthigen Standhaftigkeit in grausamem Leid, in banger Sorge um Sein theueres Haupt, und nun in tiefer Trauer um das vorzeitige Ziel, das unerforschlicher Rathschluss Seinem dem Vaterlande unschätzbaren Wirken gesteckt hat.

Viele und schöne waren der Hoffnungen, welchen, soweit menschliche Voraussicht noch vor nur kurzer Frist sehen konnte, einmal, wenn Kaiser WILHELM's grosse Zeit zu Ende gehen sollte, Kaiser FRIEDRICH's Regierung Erfüllung verhiess. Musste es Jahrzehnte hindurch die erste und oberste Aufgabe von Kaiser und Volk sein auf der Wacht zu stehen für des Vaterlandes Freiheit und Ehre, so durfte doch das heutige Geschlecht hoffen, unter dem versöhnenden Einfluss der Zeit und nach der endlichen allseitigen Erkenntniss der Gerechtigkeit unserer kaiserlichen Regierung und der Unantastbarkeit ihrer Macht, unter Kaiser FRIEDRICH's mildem Scepter in eine neue goldene Zeit der Blüthe aller Künste des Friedens hineinzugehen, denen Sein für alles Gute und Schöne offener Sinn so huldreich zugewandt war.

Furchtbarer Schicksalschlag hat die Hoffnungen zertrümmert, die sich an Kaiser FRIEDRICH's Herrschaft knüpften; aber unverzagt errichten wir sie neu. Schmerzerfüllt und tiefgebeugt sind wir Euerer Kaiserlichen und Königlichen Majestät gefolgt, Ihres hochseligen

Herrn Vaters sterblichen Leib zur ewigen Ruhe zu bestatten, aber Sein unsterblicher Geist ist unter uns geblieben, bleibt Deutschland's unerschütterlicher Hort und richtet nach schwerstem Verlust uns alle ungebrochen wieder empor, der nach dem Zeugniss von Jahrhunderten preussischer Geschichte unveränderlich von Geschlecht auf Geschlecht vererbte Geist hohenzollerscher Hingabe des Fürsten an sein Volk, welche, Jahrhunderte preussischer Geschichte haben es gleichfalls erwiesen und Jahrhunderte deutscher Geschichte werden sicher es ferner erweisen, das Volk Geschlecht für Geschlecht mit unwandelbarer Treue erwidert.

Möge von diesem unsterblichen Geiste durchdrungen und auf diese unverbrüchliche Treue gestützt Euerer Kaiserlichen und Königlichen Majestät Regierung eine lange sein, glücklich für Ihr Allerhöchstes Haus, gesegnet für Ihr Land, huldvoll auch für die stille Geistesarbeit, zu welcher wir für des Vaterlandes Ehre und Wohlfahrt und zum Nutzen aller menschlichen Gesittung berufen sind als

Euerer Kaiserlichen und Königlichen Majestät
allerunterthänigste und allergetreuste
Akademie der Wissenschaften.

II.

Allerdurchlauchtigste, Grossmächtigste Kaiserin
und Königin,
Allergnädigste Kaiserin, Königin und Frau!

Vor nur drei Monden nahte die ehrfurchtsvollst unterzeichnete Akademie der Wissenschaften Euerer Kaiserlichen und Königlichen Majestät erlauchtem Herrn Gemahl, um mit der Trauer um des grossen Kaisers Wilhelm hingeschiedene Majestät dem trostreichen Vertrauen Ausdruck zu geben, mit dem Sein treues Volk nunmehr sich unter Kaiser Friedrich's Führung stellte. Heute bitten wir Euerer Kaiserlichen und Königlichen Majestät nahen zu dürfen, um unsern Schmerz auszusprechen, dass die heissen Wünsche und Gebete unerfüllt geblieben sind, mit denen wir einmüthig mit dem gesammten preussischen und deutschen Volk erst vor so kurzer Frist Seinen Regierungsantritt begleitet haben.

Jahrhunderte bewährter Zusammengehörigkeit und erprobter gegenseitiger Treue haben dem preussischen Volk als eines seiner heiligsten Vorrechte gegeben, im Innersten eines jeden Herzens auf's wärmste mitfühlen zu dürfen bei allem was sein Herrscherhaus trifft, sei es in Freude, sei es in Leid. Voll und ganz bitten wir dies

innigste Mitgefühl Euerer Kaiserlichen und Königlichen Majestät in der nach unerforschlichem Rathschluss über Allerhöchstsie durch Seiner hochseligen Majestät des Kaisers und Königs Friedrich vorzeitiges Ende verhängten Trauer entgegenbringen zu dürfen.

Wahrlich mit Recht sagen Euere Kaiserliche und Königliche Majestät Selbst, dass es Ihr Stolz gewesen, an der Seite solches Fürsten, dreissig Jahre hindurch, gestanden zu haben; und an dem stolzen Gedächtniss alles dessen möge Euerer Majestät in langer, banger Sorge verzehrtes, von dem endlich unabwendbar gefallenen Schlage gebeugtes Herz sich wieder erheben, was diese für unser Hoffen und Wünschen viel zu kurze, nach Inhalt lange Jahresreihe füllt. Unverwelkliche Ruhmesblätter hat in diesen Jahren Allerhöchstihr verklärter Herr Gemahl dem Buch der deutschen Geschichte eingefügt; und wenn das letzte Blatt, das von Kaiser Friedrich's III. kurzer Regierung berichtet, auch von den fernsten Geschlechtern deutschen Stammes nur mit thränenumflortem Auge wird gelesen werden können, so bleibt es doch wie der ergreifendsten auch der stolzesten eines: ein beispielloser Bericht heldenhafter, königlicher, landesväterlicher Aufopferung des geliebtesten Fürsten für seinen erhabenen Beruf, für sein Volk und dessen weltgeschichtliche Mission.

Unvergesslich wird unseren fernsten Nachkommen Sein Andenken sein. Wir aber, die wir für unsere besondere Aufgabe im Dienste der Menschheit so wohlwollender Theilnahme bei ihm allezeit sicher waren, erinnern uns täglich in Dankbarkeit des, was wir an Ihm besessen; unsere Trauer über das, was wir mit Ihm verloren haben, lindert die Hoffnung, dass Euere Kaiserliche und Königliche Majestät, die Sie in solchem Wohlwollen Allerhöchstihrem Herrn Gemahl so verständnissvoll, zu unserer Freude und zum Gedeihen unserer Arbeit, zur Seite standen, dasselbe allezeit erhalten mögen

Euerer Kaiserlichen und Königlichen Majestät
allerunterthänigsten
Akademie der Wissenschaften.

III.

Allerdurchlauchtigste, Grossmächtigste Kaiserin
und Königin,
Allergnädigste Kaiserin, Königin und Frau!

Euerer Kaiserlichen und Königlichen Majestät naht nach wenig Monden abermals ehrfurchtsvollst die Akademie der Wissenschaften, um den Empfindungen schmerzlichster Bekümmerniss Ausdruck zu

geben, in welcher sie zusammen mit allen Kreisen des preussischen und deutschen Volks mit innigem Mitgefühl an dem auf's neue und in so erschütternder Weise über sein über alles verehrtes und geliebtes Herrscherhaus verhängten Leid theilnimmt.

Unseren heissesten Wünschen und Gebeten ist Erfüllung versagt geblieben; nicht hat Euerer Kaiserlichen und Königlichen Majestät allverehrter, Seinem Volke schon lang bewährter Herr Sohn als Kaiser in langer gesegneter Regierung uns das Scepter vorantragen dürfen, das Sein gewaltiger Vater mit so vollem Vertrauen in Seine Hand niederlegen konnte.

Aber auch die kurzen Monate Seiner Regierung werden niemals aus dem Gedächtniss eines jeden Einzelnen im deutschen Volk verschwinden. Die Liebe, die Er in aller Herzen schon längst durch die Zaubergewalt Seiner Persönlichkeit entzündet, hat ihre höchste Verklärung erhalten in diesen Monaten, wo wir Ihn einen furchtbaren Kampf haben führen sehen gegen unwiderstehliche Macht, in heldenmüthiger Festigkeit und Standhaftigkeit, in christlicher Demuth und Ergebung, in unverbitterter Herzensgüte und unbeirrter Milde, treu dem Sinn Seines Hauses, hingegeben an die Sorge für Sein Volk bis zum letzten Athemzuge.

Mögen Euere Kaiserliche und Königliche Majestät in Ihrer tiefen Bekümmerniss Trost aus der Gewissheit schöpfen, dass Ihres erlauchten Herrn Sohnes Thun und Dulden in Seiner so viel zu früh vollendeten fürstlichen Laufbahn zu der unzerbrechlichen Kette, die Fürstenhaus und Volk in unserm Lande verbindet, ein neues Glied gefügt hat, das um so fester sich bewähren wird, in je heisserm Feuer des Schmerzes es geschmiedet wurde.

Dankbarstes Gedächtniss wird allezeit im deutschen Volk der erlauchten Mutter bleiben, die Ihrem Lande solchen Kaiser erzog.

In tiefster Ehrfurcht verharrt

Euerer Kaiserlichen und Königlichen Majestät
allerunterthänigste
Akademie der Wissenschaften.

Ausgegeben am 19. Juli.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.
XXXII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

5. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Schwendener las über die Spaltöffnungen der Glumaceen.

2. Hr. von Bezold las über eine nahezu 26-tägige Periodicität der Gewittererscheinungen.

3. Hr. Schulze legte den Ersten Theil seiner Untersuchungen über den Bau der inneren Kiemen und der damit in Verbindung stehenden Organe der Batrachierlarven vor.

4. Hr. Burmeister, correspondirendes Mitglied, übersendet aus Buenos Ayres unter dem 6. Juni eine Mittheilung unter dem Titel: Bericht über *Mastodon Antium*.

5. Hr. von Helmholtz legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. Dorn in Halle vor, durch welche derselbe über eine mit Unterstützung der Akademie ausgeführte Bestimmung des Ohm berichtet.

Die beiden letzten Mittheilungen folgen umstehend, die beiden ersten in einem spätern Stück dieser Berichte. Diejenige des Hrn. Schulze wird in den Abhandlungen der Akademie erscheinen.

Bericht über Mastodon Antium.

Von H. Burmeister.

Seit Alexander von Humboldt's Heimkehr von seiner berühmten Reise in Süd-Amerika kennen wir zwei hier heimisch gewesene *Mastodon*, als vormals weit über das Gebiet verbreitete Species, welche Cuvier nach den vom Entdecker mitgebrachten Fundstücken aufgestellt hat: Ossemens fossiles, t. I. p. 266. Éd. de 1821. Er sagt a. a. O. deutlich und bestimmt, dass er die Art mit den grösseren Backzähnen (pl. II. Fig. 1), welche denen des *Mastodon ohioticum* gleichkommen, zuerst durch Humboldt erhielt und nach ihm benennt; eine etwas kleinere, aber ebenfalls von Humboldt gefundene Art (pl. II. Fig. 5), war schon durch mehrere Mittheilungen älterer Sammler von verschiedenen Örtlichkeiten der Cordilleren Boliviens in der Pariser Sammlung vertreten und erhielt ihren Namen darnach als *Mastodon Andium.*[1] Blainville wollte (Ostéographie, t. III. p. 302) beide Species in eine zusammen ziehen, aber P. Gervais hat die Unterschiede beider Species gut auseinandergesetzt (Recherches sur les Mammifères fossiles de l'Amérique méridionale, Paris 1855, 4°, p. 14) und die grössere als *M. Humboldtii*, die kleinere als *M. Andium* festgehalten.

Wir besitzen im hiesigen Museo Nacional zahlreiche Reste von beiden Arten, welche auch in der Provinz von Buenos Aires neben einander lebten und mittelst dieser Fundstücke ihre Verschiedenheit entscheidend darthun. Es genügt, die vollständigen Unterkiefer beider in unserer Sammlung neben einander zu stellen, um Jedermann von ihrer specifischen Differenz zu überzeugen. Von *M. Humboldtii* liegen mir ausserdem noch drei mehr oder weniger gut erhaltene Unterkiefer vor; von *M. Antium*[2] sogar sieben in sehr verschiedenen Altersstufen, vom eben geborenen bis zum ausgewachsenen Thiere.

---

[1] Giebel hat in seiner 'Fauna der Vorwelt', I. Thl. S. 206, irrigerweise diese kleinere Art für *M. Humboldtii* genommen und darin folgt ihm auch Quenstedt, Handbuch der Petrefactenkunde, I. Thl. S. 78.

[2] Ich ziehe diese Form vor, weil mir *Antium* dem Genius der lateinischen Sprache angemessener erscheint.

Ich will diese beiden Kiefer kurz beschreiben und ihre Maasse angeben, um auch die Leser zu überführen. Bei *M. Humboldtii* ist der ganze Unterkiefer, vom oberen Rande des Condylus bis zur äusseren Spitze des Kinnes, 85^{cm} lang, bei *M. Antium* nur 75^{cm}. Diese Länge vertheilt sich so, dass *M. Humboldtii* vom Condylus bis zum vorderen Rande des Kronenfortsatzes 40^{cm} enthält, die Länge beider vorhandenen Zähne 35^{cm} beträgt und die freie Spitze vor den Zähnen nur 15^{cm}. Bei *M. Antium* hat die erstgenannte Strecke 36^{cm} Länge, der allein vorhandene letzte Zahn misst 20^{cm} und die freie Spitze vor ihm 25^{cm}. Dagegen besitzt die Furche in der freien Spitze zur Aufnahme des Endes der Zunge bei jenem nur 6^{cm} in ihrer Breite, bei *M. Antium* über 10^{cm}.

M. Humboldtii behält den vorletzten (fünften) Backzahn länger, selbst bis in's höhere Alter und führt dann noch zwei Zähne an jeder Seite des Kiefers, von denen der vordere in der Regel 12^{cm}, der hintere 22^{cm} lang zu sein pflegt; doch steckt das Ende des hinteren immer noch etwas unter dem Rande der Alveole, so dass seine wahre Länge $25-26^{cm}$ beträgt. *M. Antium* hat nur im jüngeren Alter zwei Backzähne neben einander; ältere Thiere besitzen nur einen grossen Backzahn von $18-20^{cm}$ Länge. Ein einzelner halber Unterkiefer dieser Art mit zwei gleichzeitigen Backzähnen in unserer Sammlung stammt entschieden von einem sehr jungen Thier, denn sein vorderer stark abgekauter Zahn ist nur $8^{cm}.5$ lang und der zweite hinter ihm noch ohne Spur vom Abkauen und ohne Wurzeln, also noch gar nicht in Gebrauch gekommen. Er misst 10^{cm} Länge, ist also kein letzter Zahn, sondern ein vorletzter (fünfter) und der abgekaute ein vierter. Dieser Unterkiefer hat eine feine Kinnspitze von $18-19^{cm}$ Länge, während sie bei *M. Humboldtii* nicht länger als $15-16^{cm}$ zu sein pflegt.

Vergleicht man diese Wahrnehmungen mit einander, so ergiebt sich, dass die Grösse der hinteren Hälfte beider Kiefer, den Kronenfortsatz nebst dem Condylus umfassend, fast die gleiche ist, während die vordere Hälfte des horizontalen Astes ungleiche Eintheilung zeigt bei beiden Arten; *M. Humboldtii* hat eine längere Zahnstrecke, aber eine kürzere Kinnspitze als *M. Antium* und letztere in ihr eine viel breitere Zungenfurche. Schon frühere Beobachter haben auf die längere Kinnspitze dieser Art aufmerksam gemacht, z. B.: Pictet, Traité de Paléontologie, t. I. p. 288. Meine Abbildung des Unterkiefers von *M. Humboldtii* in den Anal. del Mus. Públ. de B. Air., t. I. pl. XIV. Fig. 1 und 2 bestätigt das, wenn man sie mit der von *M. Antium* in D'Orbigny Voyage dans l'Amérique méridionale. Paléontologie. pl. 10 und 11 zusammenhält.

Zu diesem Ergebniss hatten bereits die älteren Wahrnehmungen geführt; seitdem ist nun durch die Expedition unseres Sammlers nach Tarija, von der ich der Königlichen Akademie schon bei meiner letzten Mittheilung über Coelodon Nachricht gab[1], neues höchst werthvolles Material zum Studium von Mastodon in das National-Museum gelangt, und benutze ich dasselbe, um der Akademie weitere Nachricht von mir und meinem wissenschaftlichen Treiben zu geben. Wir besitzen hier jetzt nicht bloss ganz vollständige Zahnreihen beider Arten, wie auch viele gut erhaltene Knochen der Skelete, welche genaue Vergleichung derselben ermöglichen, sondern auch drei fast vollständige Schädel verschiedenen Alters von *M. Antium*, nebst einem Dutzend grosser wie kleiner Stosszähne von alten und jungen Thieren, welche für die Charakteristik der Art und ihre allmähliche Umwandlung nach Alter und Geschlecht wichtige Aufschlüsse ergeben. Da die Schilderung der ganzen Schädel ohne grosse Abbildungen nicht gut verständlich sein würde, so erspare ich die dahin einschlagenden Betrachtungen für eine andere Arbeit, und beschränke meine jetzige Mittheilung auf die Schilderung des Zahntypus im Ganzen wie im Einzelnen.

Beginnend diese Betrachtung mit den grossen Stosszähnen, so ist es wohl nicht nöthig dabei zu verweilen, dass dieselben eigentlich die Schneidezähne sind, weil sie im Zwischenkiefer stecken, da diese Thatsache längst allgemein zugegeben wird; aber nicht so allgemein bekannt dürfte ihre wahre Beschaffenheit nebst Form wie Grösse und dem Hauptunterschiede von dem Stosszahn der Gattung *Elephas* sein, denn sie unterscheiden sich sehr wesentlich vom letzteren durch die Anwesenheit einer Schmelzbinde auf der äusseren Oberfläche, welche ursprünglich an der Innenseite jedes Stosszahnes, gegen die Mittellinie des Körpers vom Thiere gekehrt, auftritt, aber wenigstens bei *M. Antium* durch Drehung der Zahnaxe beim Herauswachsen des Zahnes aus der Alveole, später auf die Oberseite und zuletzt auf die Aussenfläche des Zahnkörpers gelangt. Die Anwesenheit der Schmelzleiste ist bei *M. ohioticum* und *M. Humboldtii* ziemlich versteckt und darum übersehen worden, aber bei *M. Antium* und minder klar bei *M. angustidens* wird sie so augenfällig, dass sie jeder Beobachter sofort wahrnehmen muss, welchem ein gut erhaltener Theil eines Stosszahnes, oder gar ein ganzer unversehrter Zahn vorliegt. Es ist lediglich dem Umstande zuzuschreiben, dass solche Zähne selten sind und namentlich die von *M. Antium* in keiner Sammlung Europa's vollständig vorlagen, wenn noch Owen in seiner vortrefflichen Odontography die Schmelzbinde des *Mastodon*-Stosszahnes unbemerkt und unerwähnt lässt.

[1] Diese Berichte, 1887, S. 857.

Der erste Schriftsteller, welcher ihrer gedenkt, ist meines Wissens Blainville, den, wie er selbst sagt, Lartet am Stosszahn von *M. augustidens* darauf aufmerksam machte; wiewohl, wie er später fand, schon Cuvier von ihr spricht. Dies steht deutlich in der Ostéographie, t. III. p. 292, und auf pl. XIV., Genr. Elephas, ist die Schmelzbinde am rechten Rande der Tafel auch abgebildet. Später hat P. Gervais sie bei *M. Antium* gesehen und bestimmt angezeigt: (Mammifères fossiles de l'Amérique méridionale, p. 19.); aber ihren Verlauf nicht ganz richtig gekannt, wohl weil ihm kein ganzer Zahn vorlag. Er spricht sie nur der oberen Fläche des Zahnes in seiner natürlichen Stellung zu und vergleicht sie der vorderen Schmelzwand an den Schneidezähnen der Nager, was insofern ganz passend war, als der Stosszahn ja auch eigentlich ein Schneidezahn ist und seine Schmelzbinde nur als schmaler Schmelzstreifen auftritt.

Nach den fünf ganzen Stosszähnen verschiedenen Alters von *M. Antium* im hiesigen Nationalmuseum, von denen die zwei jüngsten noch in den Alveolen der Zwischenkiefer des wohlerhaltenen Schädels stecken, sitzt die Schmelzbinde ursprünglich nur an der Innenseite des Zahnes, wie die noch in der Alveole steckenden Wurzeln der abgebrochenen Stosszähne des alten Schädels lehren. Da wir die vollständigen beiden Stosszähne eines anderen Individuums von mittlerem Alter, jeder $1^{m}.30$ lang, besitzen, so sieht man an diesen deutlich, dass die Schmelzbinde nicht in gerader Linie über die Oberfläche des Zahnes fortläuft, sondern sich um die Zahnoberfläche herumwindet, also sich gleichförmig mit dem Wachsen des Zahnkegels dreht, d. h. zunächst von der Innenseite des Zahnes, wo sie gebildet wurde, auf die nach oben gedrehte Fläche des Zahnes gelangt und wenn diese Drehung in gleicher Weise sich fortsetzt, von oben nach aussen, abwärts vom Körper des Thieres geschoben wird. Wir besitzen einen anderen, 80^{cm} langen Stosszahn eines offenbar ganz alten Thieres, der ebenso gewunden ist, wie die beiden entgegengesetzt unter sich gedrehten Zähne des jüngeren Thieres. Hieran lässt sich die Drehung auf's genaueste verfolgen. Dieser Zahn hat, wie alle anderen Stosszähne von *M. Antium*, einen völlig kreisrunden Umfang. Er ist am Wurzelende nur 5 Zoll (etwa 12^{cm}) im Durchmesser dick und schliesst hier eine lange kegelförmige Höhlung ein, die $75-80^{cm}$ weit in den Zahnkörper hineinreicht. Die Wurzelwand, welche diese Höhlung umschliesst, ist am Bruchrande 1^{cm} dick, aber sie war am wirklichen Wurzelrande ursprünglich viel dünner, wahrscheinlich nicht dicker als mässig starke Pappe, und folglich sehr verletzlich. Der Zahn wird sehr sanft gegen die Spitze hin allmählich dünner und endet schliesslich mit einer nicht sehr scharfen, stumpf konischen Spitze. Er besteht

aus fester, offenbar durch die ihn umhüllende Erdmasse schwarzgefärbter Zahnsubstanz, sogenanntem Elfenbein, das keine ganz glatte oder ebene natürliche Oberfläche zeigt, sondern der Länge nach, der Zahnaxe parallel, gestreift ist, welche Streifen aus leichten 1^{mm} breiten Erhebungen zwischen $5 — 6^{mm}$ breiten sanften Vertiefungen verlaufen und stellenweis mehr oder weniger unregelmässig geschlängelt sind, also nicht überall genau parallel bleiben. In diese Zahnmasse ist auf der äusseren Oberfläche eine Schmelzbinde eingelassen, welche mit der übrigen Oberfläche des Zahnes im gleichen Niveau steht, aber scharf vom Elfenbein durch eine feine, recht deutliche Furche abgesondert ist. Der Schmelz ist härter als das Elfenbein, glänzender, sehr fein parallel gestreift und anders gefärbt, heller grau, aber an anderen Zähnen auch dunkler und völlig schwarz, das Elfenbein aber dann hellgelb. Die Schmelzbinde beginnt am Wurzelende des Zahns mit einer Breite von 3 Zoll, und steigt am Zahnkörper allmählich etwas schmäler werdend empor, dem überhaupt schlankeren Zahnkörper in abnehmender Breite entsprechend; sie endet an der Spitze des Zahns ebenso zugespitzt, wie der ganze Zahn, und ist hier $1^{1}/_{2}$ bis 2 Zoll breit, d. h. etwas vor der äussersten Spitze, der Stärke des Zahnkörpers gemäss.

Der Zahnkegel läuft nicht geradlinig fort, und ist auch nicht einfach bogenförmig, sondern er windet sich etwas schraubenförmig nach oben und aussen. Die erste Strecke, etwa ein Drittel der ganzen Länge vom Grunde aus, steigt abwärts und ist ziemlich gerade, mit sanft zunehmender Divergenz beider Zähne; dann biegt sich jeder Zahn schwach nach oben und aussen, so dass die Distanz beider Zähne hier fast das Dreifache des ursprünglichen Abstandes erreicht, und indem dieselbe zunehmende Divergenz beider Zähne weiter nach aussen sich fortsetzt, krümmt sich ihr letztes Drittel stärker nach oben, die Spitze mehr wagrecht als gehoben gerichtet. Die Schmelzbinde folgt dieser Biegung, sie steigt aus der Alveole an der Innenseite des Zahnkörpers 3 Zoll breit hervor und bleibt am absteigenden Basaltheil des Zahns ziemlich genau an dessen innerer Oberfläche, wendet sich nun am zweiten Drittel allmählich schief verlaufend nach oben und bleibt nun, wenn sie die Mitte der Oberseite erreicht hat, mit leichter Wendung nach aussen ziemlich gerade auf der Oberseite des Zahnkegels, mit ihm an der Spitze selbst endend. So sehe ich sie in ihrem ganzen Verlauf am grössten Zahn von $1^{m}80$ Länge und an den beiden gleichen Zähnen von $1^{m}40$, die in den Alveolen am Schädel stecken, aber herausnehmbar sind, die abgebrochene Wurzel in der Alveole selbst belassend. Die beiden fixirten, jetzt unbeweglichen Zähne des jüngsten, kaum halbwüchsigen Individuums ragen

nur 8 Zoll aus der Alveole hervor, sind leicht abwärts gebogen und am Grunde, da wo sie austreten, nur $1\frac{1}{2}$ Zoll dick. Sie haben auf der Oberseite, etwas neben der Mitte, dem äusseren Rande mehr genähert, eine schmale Schmelzbinde von $1^{cm}5$ Breite am Grunde, die sanft in die Spitze ausläuft und hier nur 5^{mm} breit ist. Beide Zähne sind hellgelb gefärbt, aber der Schmelzstreif ist braun und auf seiner Oberfläche nicht ganz eben, sondern zumal am Grunde des Zahnkörpers leicht wellenförmig uneben, ohne die deutliche lineare Streifung der alten Stosszähne ihres Schmelzes.

Verglichen mit den geschilderten Stosszähnen von *M. Antium* verhalten sich die von *M. Humboldtii* ganz anders in ihrer Form, stimmen aber im Bau der Zahnmasse mit ihnen überein. In der National-Sammlung befinden sich vier fast ganz vollständige Stosszähne dieser zweiten Art, wovon zwei, die zusammen mit dem Unterkiefer gefunden wurden, offenbar demselben Individuum angehört haben. Sie stellen den seltenen, völlig geradlinigten Typus der Stosszähne dieser Art dar, die beiden anderen, getrennt gefundenen an verschiedenen Orten sind bogenförmig gekrümmt. Der längste, wohl vollständig erhaltene Zahn misst $2^{m}10$; er ist völlig gerade; der längste gebogene mit vollständiger Spitze und weit offener Basis der hohlen Wurzelstrecke ist $1^{m}60$ lang, die beiden anderen Zähne haben diese hohle Wurzelpartie verloren. Die Biegung der beiden gekrümmten Zähne ist eine einfache Curve von mässiger Bogenform, die genau in derselben Ebene bleibt, und der Zahnkörper ist nicht kreisrund, sondern elliptisch, wobei die grössere Axe der Ellipse senkrecht im Zahnkegel steht, die kleinere wagrecht gegen die Krümmung des Zahns. Ich finde an der Basis des am besten erhaltenen Zahnes diese Ellipse 18^{cm} lang und 12^{cm} breit. Alle vier Zähne haben auf der einen Breitseite, die ich nach der Analogie von *M. Antium* für die innere des Zahns halte, deutliche Reste einer etwa 4 Zoll breiten Schmelzbinde, welche die Mitte der Zahnoberfläche einnehmen, also an der Stelle der stärksten Wölbung des Zahnkörpers sich befinden und in die Elfenbeinsubstanz etwas eingelassen sind, mit einer bei weitem geringeren Dicke als am Zahn des *M. Antium*, übrigens aber, wie jene, feine Parallellinien eingerissen haben. Vor der Spitze des Zahnes fehlt daran diese Streifung, offenbar in Folge der Abnutzung, und an dem äussersten Ende, das übrigens eine schwache Querkante besitzt, fehlt auch aller Schmelz aus demselben Grunde. Die übrige natürliche Oberfläche des Elfenbeins hat dieselbe Streifung schwach erhabener Reifen und flacher Vertiefungen zwischen ihnen, aber diese Furchen sind etwas breiter als bei *M. Antium*; sie unterscheiden sich dadurch leicht von den eingerissenen feinen Linien des Schmelzes und

tragen dazu bei, den letzteren erkenntlich zu machen. Meist ist der Schmelz etwas dunkeler gefärbt, als das Elfenbein, gewöhnlich braungelb und in's Röthliche spielend; das Elfenbein ist an den Stosszähnen von *M. Humboldtii* fast ganz weiss, oder sehr licht gelblich.

Eine Frage von Bedeutung für die Kenntniss beider Arten bleibt noch zu beantworten, die nämlich, ob auch ihr Unterkiefer Stosszähne besessen habe? — Ich glaube, diese Frage für *M. Antium* bejahen zu können; für die andere Art fehlen mir dazu die nothwendigen Thatsachen.

Wir besitzen im Nationalmuseum zwei Unterkiefer ganz junger Thiere, die nach ihrer Grösse zu urtheilen noch nicht das Alter halbwüchsiger Knaben, nach menschlicher Analogie bezeichnet, erreicht haben; bei beiden Kiefern sind erst die zwei vordersten Zähne anwesend und für den dritten die offene grosse Bruthöhle, ohne Spur des Zahnes. Der erste sehr kleine Zahn fehlt dem einen Exemplar, aber seine beiden leeren Wurzelhöhlen sind vorhanden und beweisen, dass er nur zufällig ausgefallen ist, der andere Kiefer hat noch den ersten Zahn mit zwei grossen Wurzelresten neben dem zweiten, dem er in Farbe und Textur völlig gleicht, aber nicht in der Grösse, denn er besitzt nur zwei Querjoche von Höckern, der dritte deren drei. Eben dieser Kiefer zeigt in der bis fast zum Endrande erhaltenen Kinnspitze, der nur die letzte freie Spitze fehlt, zwei grosse Höhlen von kreisrundem Umfange, 7^{mm} weit, welche tief in die spongiöse Masse des horizontalen Kieferastes eindringen und von denen die eine des unversehrten Astes mit den beiden Zähnen in der Tiefe geschlossen ist, die andere mit der abgebrochenen Zahnportion des anderen Kieferastes hinten offen ist. Man sieht daraus, dass diese Höhlen nicht die vorderen Enden des Canalis alveolaris sind, denn die beiden Enden dieses Canales verlaufen über den Höhlen durch die Zellensubstanz der Kieferknochen und öffnen sich auch an gut erhaltenen Kiefern viel höher nach aussen. Gewöhnlich haben die *Mastodon*-Unterkiefer zwei ziemlich weite Foramina mentalia an jeder Seite der Kinnspitze. Beide Foramina durchbohren den Kiefer getrennt in etwa halber Höhe seiner Masse und sind in der Regel von ungleicher Grösse. Das hintere, meistens weitere Loch entspricht dem Rande des vordersten Zahnes, zwar nicht genau, sondern bald etwas vor ihm, bald neben ihm; das vordere gewöhnlich der Mitte der Kinnspitze. Aber die viel weitere Höhle als die Lumina der Gänge zu den Kinnlöchern befindet sich tief unter diesen Endästen des Canalis alveolaris und dringt auch unter ihnen in die Kiefersubstanz ein, dicht über ihrer unteren festen Knochenwand und unter den Alveolen des vordersten Backenzahnes. Nach meinem

Dafürhalten können diese zwei ganz gleichen, nach hinten etwas weiteren, mehr divergirend von einander abgewendeten Höhlen nichts anderes sein als die Bruthöhlen unterer Stosszähne, und dafür nehme ich sie um so lieber, als mir auch drei freilich etwas dickere, aber wahrscheinlich von älteren Thieren stammende, über zwei Zoll lange, schlankkegelförmige, ganz gerade Zähne vorliegen, die sich sehr wohl als ausgefallene untere Stosszähne deuten lassen. Leider fehlt den beiden jüngsten Kiefern die äusserste Spitze des Kinnes und somit die Gelegenheit, auszumitteln, ob die beiden beschriebenen Höhlen sich nach aussen an der Kinnspitze öffneten, was der Fall sein müsste, wenn sie wirkliche Alveolen sind. Am zweiten, übrigens gleichalten Kiefer ist die Kinnspitze weiter nach hinten und dicht vor dem ersten Backzahn abgebrochen, und dadurch ist die Sichtbarkeit ähnlicher Alveolen in ihr verloren gegangen; ich sehe aber in der Bruchfläche deutlich die Lumina von zweien Ästen des Canalis alveolaris hoch oben, dicht unter dem freien Rande des Kiefers, und das bestimmt mich um so mehr, die Anwesenheit ähnlicher Alveolarhöhlen in dem abgebrochenen Theile der Kiefermasse zu vermuthen.

Die Backzähne von *M. Antium* betreffend, so hat schon P. Gervais eine ziemlich ausführliche Schilderung derselben gegeben (Mammifères fossiles etc. p. 19. 2.), auf welche ich um so lieber verweise, als ich mich deshalb kürzer fassen kann. Jeder Kieferast erhält nach und nach je sechs Backzähne, welche von der ersten Jugend an allmählich nach einander auftreten und stets einzeln etwas grösser sind, als der jedem vorhergehende Zahn. Ob, wie dies Owen in seiner Odontography p. 616 nachweist, noch ein erster (siebenter) sehr kleiner Milchzahn, der früh ausfällt, in beiden Kiefern auch bei *M. Antium*, und nicht bloss bei *M. ohioticum* vorhanden gewesen ist, darüber geben die mir vorliegenden Kieferreste selbst von sehr jungen Thieren keine Aufschlüsse; ich muss also diese wichtige Frage unbeantwortet lassen, denn auch Spuren früherer Alveolen sind an diesen Kiefern nicht bemerkbar.

Die Zähne beider Kiefern stimmen am oberen wie am unteren, in Form und Grösse nicht genau mit einander überein, denn die des Oberkiefers, obgleich nur ebenso lang und mit derselben Anzahl von Querjochen wie die unteren versehen, haben stets eine etwas grössere Breite als die unteren. Fast alle Backzähne, obere wie untere, von *M. Antium* haben einen tief schwarz gefärbten Schmelzüberzug an der Krone und unter demselben eine bräunliche oder hochröthlich gefärbte Dentina; im letzteren Falle pflegt auch der Schmelz lichter, mehr rothbraun gefärbt zu sein. Die stets bedeutend grösseren Backzähne von *M. Humboldtii* sind in der Regel von hellerer Farbe, die

Dentina meist weiss oder hellgelb und der etwas dickere Schmelzüberzug nur selten braun, gewöhnlich weiss oder hellgrau, die Wurzeln aber schwarzbraun. Dennoch ist die Anzahl von Querjochen an den Zähnen gleichen Alters bei beiden Arten dieselbe. Gervais hat die grösstentheils zutreffende Beobachtung gemacht, und sie als sicheren Unterschied für beide Arten geltend gemacht (L. c. p. 18), dass die abgekauten grossen Höcker jedes Querjochs bei *M. Antium* nur eine Falte an jeder Seite im Schmelzüberzuge zu haben pflegen, die von *M. Humboldtii* dagegen an eben diesen Höckern, deren zwei; aber ganz ohne Ausnahme ist diese Regel nicht; ich finde hin und wieder, besonders an Zähnen des Oberkiefers, auch wohl zwei solcher Falten bei *M. Antium*, obgleich ich zugebe, dass die berührte Beobachtung Gervais' für die meisten Zähne, zumal die des Unterkiefers stichhaltig ist.

Alle grossen Querjoche beider Kieferzähne bestehen deutlich aus zwei durch eine scharfe aber feine Querfurche in der Mitte getheilten Höckern, die da, wo sie in der Mittellinie des Zahnes aneinander stossen, einen kleineren, viel schmäleren Nebenhöcker haben, und am Umfange der Krone von einem dicken Cingulum zusammengehalten werden, das sich da, wo die Querfurchen zwischen den Jochen dasselbe berühren, zu einem kleinen Höckerchen zu erheben pflegt. Auch an beiden Enden der langgezogenen Krone erheben sich Nebenhöcker, meistens ein grösserer centraler und 2—3 an jeder Seite neben ihm. Eine früher von mir angefertigte und in den Anal. d. Mus. Públ. d. B. Air., t. I. pl. XIV. Fig. 3 und 4 bekannt gemachte Abbildung des fünften Unterkieferzahnes von *M. Antium* zeigt deutlich diese Beschaffenheit der Krone. Die Anzahl der Querjoche und die Verschiedenheit der Grösse des ganzen Zahnes wie der einzelnen Joche bewirken die Unterschiede der aufeinander folgenden Zähne. Der Kiefer hat nur selten mehr als zwei Zähne gleichzeitig; tritt ein dritter hinter beiden anwesenden hervor, sich aus seiner Alveole nur zuvörderst mit dem ersten Querjoche erhebend, so ist der stets stark abgekaute vorderste Zahn zum Ausfallen reif; er wird dann gelegentlich ausgestossen, der Zahn hinter ihm schiebt sich langsam an seine Stelle und der bisher nur theilweis sichtbare hinterste Zahn erhebt sich bald ganz aus seiner Alveole, um die frei gewordene Stelle des zweiten Zahnes einzunehmen. Dies Vorschieben bewirkt sich, mittels Resorption der Alveolenscheidewände, durch den Druck des Zahnfleisches, wobei die noch unfertigen Wurzeln des neuen Zahnes helfen, indem sich ihre unteren Enden erst später bilden und schliessen. Theoretisch betrachtet hat jeder Zahn so viele Wurzeln wie Kronenhaupthöcker, doch fliessen nicht selten, wie die

Kronenhöcker zusammenstossen, so auch die Wurzeln der benachbarten Höcker in eine zusammen, daher alte ausgebildete Zähne in der Regel weniger Wurzeln als Höcker haben. Besonders merkwürdig ist es, dass am letzten grössten Zahn beider Kiefer sehr häufig, wenn nicht allgemein, seine fünf der Regel nach getrennt vorhandenen Wurzelpaare sich zu zwei Hauptgruppen mit einander verbinden, von denen die vier vorderen Wurzeln der zwei ersten Querjoche einen gemeinsamen senkrechten Wurzelstock bilden, während die sechs hinteren auf dieselbe Art sich zu einander begeben, aber einen schief nach hinten in die Kiefersubstanz sich richtenden zweiten Wurzelstock darstellen. In diesem zweiten Stock stecken die sechs Wurzeln der drei hinteren Querjoche und beide Wurzelstöcke klaffen mit weiter Lücke auseinander. Ich habe einen schön erhaltenen, von mir selber aus dem Unterkiefer des *M. Humboldtii* genommenen ungemein grossen letzten Backzahn vor mir, der diese Beschaffenheit zeigt, und wir besitzen andere in der Sammlung, die weniger gut erhalten doch dieselbe lehren.

Schliesslich gebe ich hier für jeden einzelnen Backzahn des *M. Antium* seine besondere Form, Grösse und Bildung an.

Der erste Backzahn besitzt in beiden Kiefern nur zwei Querjoche mit je zwei Haupthöckern, von denen die vorderen etwas kleiner sind als die hinteren. Dieser Unterschied beider Querjoche ist etwas grösser am Zahn des Unterkiefers, indem sein vorderes Querjoch nur die halbe Breite des hinteren zu haben pflegt. Dadurch erhält die Basis seiner Krone im Unterkiefer einen fast dreiseitigen Umriss; im Oberkiefer bleibt sie mehr vierseitig, obgleich auch hier der vordere Rand etwas schmäler ist als der hintere. Unser Exemplar des Oberkiefers ist $3^{cm}_{.}5$ lang und vorn 3, hinten $3^{cm}_{.}2$ breit und seine beiden Querjoche haben mittlere Nebenhöcker. Derselbe Zahn des Unterkiefers misst 3^{cm} in der Länge und vorn $1^{cm}_{.}5$, hinten $2^{cm}_{.}3$ in Breite; vorn ist sein Querjoch ohne mittlere Nebenhöcker, hinten sind sie vorhanden.

Der zweite Zahn hat in jedem von beiden Kiefern drei Querjoche, im Oberkiefer mit mittleren Nebenhöckern, im Unterkiefer ohne sie. Er ist in beiden Kiefern $5^{cm}_{.}5$ lang, im Oberkiefer vorn $3^{cm}_{.}2$ breit, hinten $3^{cm}_{.}4$; im Unterkiefer vorn kaum 3^{cm}, hinten aber $3^{cm}_{.}4$ breit. Wir besitzen diesen Zahn auch in einem völlig abgekauten Exemplar, das seine starke Benutzung beweist.

Der dritte Zahn besitzt ebenfalls drei Querjoche, aber in beiden Kiefern mit deutlichen mittleren Nebenhöckern. Er ähnelt im Umriss sehr dem zweiten, ist aber etwas grösser. Im Oberkiefer misst er $6^{cm}_{.}8$ Länge und vorn 5, hinten $5^{cm}_{.}5$ Breite. Im Unterkiefer hat er

gar 7^{cm} Länge, aber vorn nur $3^{cm}.5$, hinten $4^{cm}.1$ Breite. Wir besitzen von ihm ebenfalls ganz abgekaute Exemplare mit glatter, muldenförmig vertiefter Kaufläche.

Auch der vierte Zahn hat in beiden Kiefern nur drei Querjoche mit mittleren Nebenhöckern, aber am hinteren Ende befindet sich ein grosser accessorischer Höcker, ohne kleineren Nebenhöcker. Er ist in beiden Kiefern von $8^{cm}.0$ — $8^{cm}.5$ Länge, aber ungleicher Breite; der obere misst vorn $4^{cm}.5$, hinten $5^{cm}.5$, der untere dort $4^{cm}.2$, hier $4^{cm}.8$. Beide haben nur zwei Wurzelstöcke, in jedem mit zwei angedeuteten Wurzeln.

Der fünfte Zahn ist der von mir abgebildete des Unterkiefers; er hat auch nur drei Querjoche, aber am hinteren Ende einen viel grösseren accessorischen Höcker mit deutlichen Nebenhöckern. Seine Grösse schwankt etwas mehr, als die der vorhergehenden Zähne. Der obere fünfte Zahn ist $10^{cm}.2$ — $10^{cm}.5$, höchstens 11^{cm} lang und vorn 6.0, hinten $6^{cm}.4$ breit; der untere hält $10^{cm}.6$ — $11^{cm}.2$ Länge und vorn 5.0, hinten $5^{cm}.5$ Breite.

Der sechste Zahn ist von allen der variabelste in seinen Dimensionen. Ich finde an sämmtlichen mir vorliegenden Exemplaren nur vier Querjoche, aber vorn ein grosses accessorisches unpaares Joch und hinten ein ähnliches, aber niedrigeres Joch, das in eine flache Endanschwellung aufzulaufen pflegt, die bald breiter, bald nur kurz ist. Daher wird dieser Zahn nach hinten nicht breiter, wie die früheren, sondern stets etwas schmäler. Das grösste Exemplar des oberen Zahnes unter denen des hiesigen Museums misst 18^{cm} in der Länge, das kleinste nur 16^{cm}, aber dies ist ein unteres. Die Breite schwankt weniger, sie beträgt vorn 9^{cm}, hinten 8^{cm}. Es giebt aber noch Exemplare von 19^{cm} Länge, wie P. Gervais ein solches a. a. O. beschreibt und abbildet. Die Breite wechselt, je nachdem das hintere Ende mehr oder weniger ausgestreckt ist.

Um schliesslich noch Einiges von der Gesammtform des Schädels zu sagen und sein Bild dem Leser vorzuführen, so beschränke ich mich darin auf einige der wichtigsten Maasse, weil solche genügen, von dem herrlichen Praeparat, das ich vor mir habe, und wie ein solches in keiner Sammlung Europas bis jetzt vertreten ist, eine Vorstellung zu geben.

Seiner typischen Anlage nach stimmt der Schädel von *Mastodon* völlig mit dem von *Elephas* überein, aber die Ausführung der ganz ähnlichen Anlage ist eine verschiedene. Bei *Elephas* geht die Richtung der Entwickelung zur Höhe, bei *Mastodon* in die Breite. Dies zeigt sich weniger deutlich bei Betrachtung der Schädel von vorn oder von hinten, sondern am deutlichsten bei Ansicht von der Seite. Dann

sieht man, dass bei *Elephas* der Scheitel mehr eine gewölbte, ziemlich schmale Querkante darstellt, während er bei *Mastodon* zu einer breiten, ebenen Fläche sich gestaltet. Daher erscheint der Schädel von *Mastodon* niedriger und selbst kleiner als der von *Elephas*, besonders seine hintere Hälfte flacher, während die vordere mit den Stosszähnen, wegen deren mehr wagerechter Stellung, stärker vortritt und grösser sich ausnimmt.

Unser Schädel ist in seiner ganzen Ausdehnung, von der Spitze der Stosszähne bit zum oberen Rande des Hinterhauptes, $2^{m}12$ lang; davon fallen auf die Stosszähne $1^{m}25$, auf den eigentlichen Schädel, vom Alveolarrande der Zähne bis zu dem genannten Schädelrande 80^{cm}, wovon der vordere Theil des Schädels, bis zum Nasenlöcherrande 50, der hintere von da bis zum Occipitalkamm 30^{cm} wegnimmt. Das Hinterhaupt ist zwischen seinen scharf vorspringenden oberen Ecken 72^{cm} breit, und seine Höhe vom Rande bis zu den Condylis und Foramen occipitale beträgt 34^{cm}. Die grosse Grube in seiner Fläche, zum Ansatz des Ligamentum nuchae nimmt fast genau die Mitte ein. Die beiden Condyli stehen mit ihren äusseren Rändern $19^{cm}5$ von einander und das Foramen magnum zwischen ihnen ist 7^{cm} breit und 9^{cm} lang. Der Abstand der unteren Seitenhöcker des Hinterhauptes, welche man den Zitzenhöckern der Schläfenbeine gleichstellen kann, ist von den Seitenrändern gemessen 55^{cm} breit. Der von da ausgehende Jochbogen, hinter dem sich die Ohröffnung befindet, ist bis zur unteren Augenhöhlenwand 30^{cm} lang und die ovalen oberen Ränder derselben stehen von den unteren 10^{cm} ab. Die Gelenkflächen für die Condyli des Unterkiefers entfernen sich, mit ihren äusseren Ecken, 50^{cm} von einander und jede von beiden ist $9^{cm}5$ lang. Sie befinden sich, bei normaler Stellung des Schädels auf dem Unterkiefer, dessen Maasse ich schon früher angab, 40^{cm} über der Grundfläche. Die Schläfengrube ist hinten, wo sie am breitesten wird, 30^{cm} weit. Die Breite der Stirn zwischen den hinteren Orbitalecken, beträgt 62^{cm}, die Öffnung der beiden Nasenlöcher hat zusammen 32^{cm} Breite; dagegen ist die Fläche des harten Gaumens, zwischen den letzten Backzähnen nur 8^{cm} breit und die Choanenöffnung hinter dem Gaumen nur sehr wenig (kaum 9^{cm}) weiter. Aber die Stosszähne stehen, beim Austritt aus ihren Alveolen 38^{cm} von einander und ihre Divergenz vermehrt sich, bis zur Spitze der Zähne, auf $1^{m}30$. Diese enorme Distanz der Stosszähne an ihrer Basis, verglichen mit der viel geringeren bei *Elephas*, wird bedingt durch eine 10^{cm} weite Lücke zwischen den unteren Enden der Intermaxillaren, welche bei *Elephas* nur wenig, als schmaler Spalt, angedeutet wird, und die bei *Mastodon* schon in frühester Jugend vorhanden ist. Die Intermaxillaren steigen übrigens, völlig wie bei

Elephas, ganz bis zu den Nasenbeinen hinauf (Cuvier, Ossemens fossiles etc. t. I, p. 14) und stossen daneben auch mit den Stirnbeinen zusammen; darunter sitzen, in den Seiten der Augenhöhlen die Thränenbeine und weiter abwärts befindet sich das weite Foramen infraorbitale.

Der Unterkiefer ähnelt zwar ebenfalls sehr dem des Elephanten, aber er ist hinten niedriger und vorn länger, und daher sein horizontaler Ast weniger gebogen, mit mehr vorgestreckter, geraderer Kinnspitze.

Eine Bestimmung des Ohm.

Von Prof. E. Dorn
in Halle.

(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz.)

Durch die Unterstützung der Königlichen Akademie der Wissenschaften und der Grossherzoglich Hessischen Regierung wurde es mir möglich gemacht, meine Untersuchungen über den Werth des Ohm noch einmal aufzunehmen. Über die Ergebnisse erlaube ich mir nachstehend kurz zu berichten.

Mit den ersten Vorbereitungen begann ich zu Darmstadt im Juni 1883, die Hauptbeobachtungen wurden ebenda im physikalischen Institut der Technischen Hochschule von Mai 1885 bis Januar 1886 ausgeführt. Die sehr langwierige Berechnung habe ich erst vor Kurzem in Halle vollenden können.

Die benutzte Methode beruht auf der dritten des Hrn. W. Weber[1] mit einer Abänderung, welche ich bereits in meiner ersten Arbeit über absolute Widerstandsmessung[2] eingeführt habe. Es wird die Dämpfung eines einzelnen kräftigen Magnets durch die ihn eng umschliessenden Windungen eines Multiplicators beobachtet, und die Galvanometerfunction durch Vergleichung mit einer Tangentenbussole ermittelt.

Diesmal habe ich aber im Anschluss an HH. F. Kohlrausch[3] und H. Wild[4] die Formel so umgestaltet, dass statt der Bestimmung des Erdmagnetismus und des Trägheitsmoments des Galvanometermagnets nur die Beobachtung der Ablenkung einer Magnetnadel durch den Galvanometermagnet nöthig wird.

---

[1] Abh. der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, I, S. 232, 1852.

[2] E. Dorn, die Reduction der Siemens'schen Einheit auf absolutes Maass. Wied. Ann. Bd. 17, S. 773, 1882.

[3] F. Kohlrausch, Sitzungsberichte der K. b. Akademie der Wissenschaften zu München, Bd. 13, S. 317, 1883.

[4] H. Wild, Best. des Werthes der Siemens'schen Einheit (Abh. der Petersburger Akademie Bd. 32) S. 4, 1884.

Ich stelle nun die nothwendigen Formeln zusammen und zwar zunächst in angenäherter Gestalt.

Bezeichnet q das Drehungsmoment des Stroms 1 auf den Magnet des Galvanometers, K das Trägheitsmoment des Magnets, T_0 seine Schwingungsdauer bei geöffnetem Multiplicator, λ und λ_0 das logarithmische Decrement für den absoluten Widerstand w des Stromkreises und bei geöffnetem Multiplicator, so ist

$$q^2 = \frac{2wK}{T_0}\left[\lambda\sqrt{\frac{\pi^2+\lambda_0^2}{\pi^2+\lambda^2}} - \lambda_0\right]. \qquad (1)$$

Sei 1 Ohm (= 10^{10} mm/sec) = ϖ m/mm² Hg und der Widerstand des Stromkreises = W m/mm² Hg, so folgt

$$w = \frac{W \cdot 10^{10}}{\varpi}, \qquad (2)$$

so dass, wenn noch zur Abkürzung geschrieben wird

$$\Omega = W\left[\lambda\sqrt{\frac{\pi^2+\lambda_0^2}{\pi^2+\lambda^2}} - \lambda_0\right], \qquad (3)$$

aus (1) gezogen werden kann

$$\varpi = \frac{2 \cdot 10^{10} K\Omega}{q^2 T_0}. \qquad (4)$$

Ist ferner die Ablenkung für den stationären Strom i in absolutem Winkelmaass ϕ, so hat man

$$qi = HM(1+\Theta)\sin\phi\,, \qquad (5)$$

woraus für kleine Ablenkungen

$$q = HM(1+\Theta)\frac{\phi}{i} = HM(1+\Theta)p\,. \qquad (6)$$

Hier bedeutet H die Horizontalcomponente des Erdmagnetismus, M das Moment des Magnets, Θ das Torsionsverhältniss, p den durch

$$\phi = pi \qquad (7)$$

definirten »statischen Empfindlichkeitscoefficienten«, welcher für kleine Ablenkungen merklich constant ist.

Zur Ermittelung von p wird ein durch eine Tangentenbussole absolut gemessener Strom J zwischen dem Galvanometer (Widerstand w_g) und einem Nebenschluss vom Widerstand w_n verzweigt. Fliesst durch das Galvanometer der Zweigstrom i und erzeugt die Ablenkung ϕ, so ist

$$i = J\frac{w_n}{w_g+w_n}, \qquad (8)$$

$$J = \frac{HR}{2\pi\nu} \operatorname{tg} \Phi, \tag{9}$$

wo Φ die Ablenkung der Tangentenbussole, R ihren Radius, ν die Zahl ihrer Windungen bedeutet.

Hiernach wird:

$$p = \frac{\phi}{i} = \phi \frac{w_g + w_n}{w_n} \frac{2\pi\nu}{HR \operatorname{tg} \Phi}. \tag{10}$$

Bequem ist es, nicht p, sondern (pH) zu berechnen, da letztere Grösse vom Erdmagnetismus unabhängig ist.

Das Trägheitsmoment K kann mit Hülfe der beobachteten Schwingungsdauer T eliminirt werden, für welche die Formel gilt

$$T^2 = \frac{\pi^2 K}{HM(1 + \Theta)}. \tag{11}$$

Aus (4) in Verbindung mit (6) und (11) folgt endlich

$$\varpi = \frac{2 \cdot 10^{10} \Omega T_0 H}{\pi^2 (pH)^2 M(1 + \Theta)}; \tag{12}$$

der hierin vorkommende Quotient M/H wurde aus Ablenkungsbeobachtungen erhalten, bei denen der Magnet des Galvanometers aus der ersten Hauptlage (nach GAUSS) auf das Magnetometer der Tangentenbussole wirkte. Zur Controle wurde auch die Ablenkung eines an die Stelle des Galvanometermagnets gebrachten Hülfsmagnets gemessen.

An vorstehenden einfachen Formeln ist nun aber noch eine grosse Anzahl von Correctionen anzubringen.

Bezeichnet Π den Coefficienten der Selbstinduction des Galvanometers, so ist in (1) (und demnach auch in (3)) rechts noch der Factor hinzufügen[1]

$$\left[1 - \frac{\Pi}{w} \frac{\lambda}{T_0} \sqrt{\frac{\pi^2 + \lambda_0^2}{\pi^2 + \lambda^2}}\right],$$

so dass (3) nun übergeht in

$$\Omega = W \left[\lambda \sqrt{\frac{\pi^2 + \lambda_0^2}{\pi^2 + \lambda^2}} - \lambda_0\right] \left[1 - \frac{\Pi}{w} \frac{\lambda}{T_0} \sqrt{\frac{\pi^2 + \lambda_0^2}{\pi^2 + \lambda^2}}\right]. \tag{3'}$$

Das log. Decr. λ muss auf unendlich kleine Amplituden reducirt werden[2]; dann ist in (1) und (4) statt q zu schreiben q_0, womit das Drehungsmoment des Stroms 1 auf den nicht abgelenkten Magnet bezeichnet ist.

[1] E. DORN, WIED. Ann. Bd. 17, S. 783. 1882.
[2] K. SCHERING, WIED. Ann. Bd. 9. S. 472. 1880.

Auch der statische Empfindlichkeitscoefficient p hängt von ϕ ab; fällt — wie vorausgesetzt — die Symmetrie-Ebene des Multiplicators mit der Ruhelage des Magnets zusammen, so genügt zu setzen

$$\frac{\phi}{i} = p = p_0(1 - \eta' \phi^2). \qquad (13)$$

Wird für die Tangentenbussole noch die genauere Formel benutzt

$$J = HA(1 + \alpha \sin \Phi^2) \operatorname{tg} \Phi \qquad (14)$$

$$\left(A = \frac{R(1+\vartheta)}{2\pi\nu}\left[1 + \frac{1}{8}\frac{b^2}{R^2} - \frac{3}{16}\frac{l^2}{R^2}\right],\ \alpha = \frac{15}{16}\frac{l^2}{R^2},\right.$$

ϑ Torsionsverhältniss, b Breite der Windungen, l Polabstand der Nadel$\Big)$,

so tritt an Stelle von (10)

$$p_0 H = \frac{\phi}{1 - \eta' \phi^2}\,\frac{w_g + w_n}{w_n}\,\frac{1}{A(1 + \alpha \sin \Phi^2) \operatorname{tg} \Phi}. \qquad (10')$$

Weiter ist zu berücksichtigen, dass die auf den Magnet des Galvanometers und den der Tangentenbussole wirkende Horizontalcomponente, H_g und H_T, verschieden sein wird, und zwar sowohl wegen des Eisens im Gebäude, wie auch wegen des Localeinflusses der Apparate selbst. Man übersieht leicht, dass dieserhalb in (12) rechts der Factor H_T/H_g hinzutritt und dem H in der Formel der Index T zu ertheilen ist.

Bei der Beobachtung der Dämpfung und Schwingungsdauer, wie bei der Vergleichung mit der Tangentenbussole, unterliegt der Galvanometermagnet dem inducirenden Einflusse des Erdmagnetismus bez. des Stromes im Multiplicator, wodurch ausser der Verstärkung des magnetischen Hauptmoments auch eine Quermagnetisirung auftritt.

Schon früher habe ich gezeigt[1], dass in Folge dessen bei der Berechnung der Schwingungsbeobachtungen statt des eigentlichen Moments M des Magnets einzuführen ist $M + (\gamma - \alpha) H$, wo γ und α das durch die magnetisirende Kraft 1 inducirte Längs- und Quermoment bedeuten.

An einem anderen Orte werde ich nachweisen, dass für die Bewegung eines Magnets innerhalb eines dämpfenden Multiplicators dasselbe gilt[2], während die stationäre Ablenkung durch die inducirten Momente nicht merklich beeinflusst wird.

Hiernach ist in (12) im Nenner M/H zu ersetzen durch $M/H + (\gamma - \alpha)$, so dass schliesslich wird:

---

[1] Wied. Ann. Bd 17. S. 776. 1882.

[2] Der Einfluss der Quermagnetisirung ist etwa 10mal kleiner als Hr. Mascart C. R. 100, S. 313, 1885 angibt.

$$\varpi = \frac{2 \cdot 10^{10}}{\pi^2} \frac{H_T}{H_g} \frac{\Omega T_0}{(p_0 H_T)^2 \left(\frac{M}{H_T} + \gamma - \alpha\right)(1 + \Theta)}, \qquad (12')$$

Die Grösse M/H_T ist aus den Ablenkungsbeobachtungen nach der schon von LAMONT gegebenen Formel zu berechnen

$$\frac{M}{H_T} = \frac{1}{2} \frac{(1 + \Theta') r^3 \operatorname{tg} \psi}{\left[1 + \frac{p_2}{r^2} + \frac{p_4}{r^4}\right]}, \qquad (15)$$

$$p_2 = 2a_1^2 - 3a^2 (1 - 5 \sin \psi^2),$$
$$p_4 = 3a_1^4 - 15a^2 a_1^2 (1 - 5 \sin \psi^2) + {}^{45}/_8 a^4 (1 - 14 \sin \psi^2 + 21 \sin \psi^4),$$

wo r der Magnetabstand, ψ die Ablenkung, a und a_1 der halbe Polabstand von Hülfs- und Hauptmagnet, Θ' das Torsionsverhältniss des ersteren ist.

Erwähnt sei noch, dass ich in Folge einer Bemerkung von Lord RAYLEIGH[1] versucht habe, den Einfluss der in der Masse des Magnets bei seiner Bewegung durch Erdmagnetismus und Strom im Multiplicator inducirten Ströme auf die Dämpfung zu schätzen. Derselbe ergab sich verschwindend klein, was auch durch eine Vergleichung mit den Beobachtungen von Hrn. HIMSTEDT[2] über die Dämpfung schwingender Kupferkugeln im magnetischen Felde wahrscheinlich gemacht wird.

Die Änderung der Temperatur und des Erdmagnetismus während der Beobachtung habe ich in Rechnung gezogen.

Sämmtliche Beobachtungen sind in dem nordöstlichen Saal des Erdgeschosses der Technischen Hochschule zu Darmstadt angestellt, dessen drei Fenster nach Nord liegen. Zur festen Aufstellung der Apparate dienten fünf auf das Kellergewölbe aufgemauerte Steinplatten. Störungen von aussen waren während der Beobachtungszeit (Abends von 7 Uhr an und Sonntag Nachmittags) äusserst selten und machten sich zudem an den fortlaufend abgelesenen Variationsinstrumenten sofort bemerklich, so dass eine gestörte Beobachtung gleich wiederholt werden konnte.

Bei der Herstellung der Apparate richtete ich mein Augenmerk auf Vermeidung oder wenigstens möglichste Herabsetzung magnetischer Localeinflüsse. Da alle Kupferdrähte, welche

[1] Lord RAYLEIGH, WIED. Ann. Bd. 24. S. 214. 1885.
[2] HIMSTEDT, WIED. Ann. Bd. 11. S. 812. 1880.

ich käuflich erhalten konnte, sich magnetisch erwiesen, war ich genöthigt eigene Versuche zur Erzielung eines unmagnetischen Drahts zu unternehmen.

Die HH. F. A. Hesse Söhne in Heddernheim und W. G. Otto in Darmstadt, denen ich auch an dieser Stelle meinen Dank ausspreche, stellten mir die nöthigen Hülfsmittel und Arbeitskräfte zur Verfügung, und nach längeren Bemühungen gelang es mir, unmagnetischen Kupferguss und Draht zu erhalten.

Die für das Galvanometer erforderliche Drahtmasse, etwa 20^{kg}, wurde von Hrn. Obermaier in Nürnberg mit weisser Seide besponnen, und das fertige Instrument erwies sich schwach diamagnetisch.

Das Galvanometer wurde in einen Glaskasten gesetzt, der später noch eine theilweise doppelte Holzumhüllung erhielt. Unter dem Glaskasten stand ein Thermometer innerhalb einer Drahtrolle aus demselben Draht wie das Galvanometer, deren Durchmesser mit der Dicke der Galvanometerwindungen übereinstimmte.

Der Magnetträger für das Galvanometer (wie auch für ein Magnetometer zur Intensitätsmessung) war aus Elektrolytkupfer gefertigt, die Zusatzgewichte zur Bestimmung von Trägheitsmomenten aus diamagnetischem Messing.

Die Tangentenbussole hatte 5 Windungen eines blanken Kupferdrahts, der auf eine sorgfältig abgedrehte Marmorscheibe aufgewunden war. Die einzelnen Windungen waren durch einen mit aufgewickelten dünneren besponnenen Kupferdraht von einander isolirt; der Marmor war diamagnetisch und isolirte ausreichend.

In der Tangentenbussole fanden zwei metallfreie Magnetometer mit Töpler'scher Luftdämpfung Verwendung, deren Construction von Hrn. F. Kohlrausch herrührt.

Die Lager für den Hauptmagnet bei der Bestimmung von M/H waren ebenfalls metallfrei.

Der Dämpfer des Intensitätsvariometers nach F. Kohlrausch und des zugleich als Declinationsvariometer dienenden aperiodischen Galvanometers bestand aus Elektrolytkupfer und war schwach diamagnetisch.

Der Gang der Uhr mit Holzpendel wurde durch Sonnenbeobachtungen controlirt; alle Längenmessungen sind auf ein in meinem Privatbesitz befindliches von Hrn. Dr. Pernet in Sèvres berichtigtes Meter bezogen, die wenigen Wägungen auf zwei ebenfalls in Sèvres verglichene Quarzgewichte.

Als Nebenschluss bei der Bestimmung der Galvanometerfunction diente, wie bei meiner ersten Arbeit, ein blanker auf 4 Glasstäbe aufgewundener Neusilberdraht, der in reines Benzol tauchte. Es fanden zwei derartige Drähte von verschiedener Dicke Verwendung.

Um bei den Dämpfungsbeobachtungen zum Galvanometer bekannte Widerstände hinzufügen zu können, habe ich durch Hrn. Mechaniker Waibler einen besonderen Widerstandssatz (*WQ*) von 2 × 0.5 und 9 × 1 S.E. anfertigen lassen, bei dem die Verbindungen nicht durch Stöpsel, sondern durch Quecksilbernäpfe in Kupferblöcken und Kupferbügel hergestellt waren. Ein derartiger Bügel besass nur einen Widerstand von 0.000028 S.E., also sehr viel weniger als ein Stöpsel (0.0001 — 0.0002), und die Contacte waren vollkommen sicher.

Ausserdem standen zwei Stöpselrheostaten und ein Universalwiderstand[1] von Siemens & Halske zur Verfügung. Diese, wie der oben erwähnte Widerstand *WQ*, befanden sich zum Schutz gegen Temperaturänderungen in Pappkasten mit einer Wattenlage von mehreren Centimetern. Thermometer waren mit ihrem Gefässe bis in den die Drahtrollen enthaltenden Raum eingesenkt.

Erwähnt sei noch, dass nur Milchglasscalen benutzt wurden, deren Theilfehler für jeden Centimeter-Strich (bez. jeden zweiten) festgestellt waren, und dass alle Thermometer auf ein von mir calibrirtes Normalthermometer bezogen sind.

Der Widerstand des Galvanometerkreises bei den Dämpfungsbeobachtungen muss in m/mm² H_g bekannt sein.

Hr. F. Kohlrausch hatte die Güte, im April 1884, September und November 1885 eine Siemens'sche Doseneinheit (Nr. 2674 vom Februar 1884) und zwei Neusilberdrähte (D I und D II) von etwa 1 S.E. mit den in Würzburg hergestellten Normalquecksilberröhren durch Hrn. Dr. Strecker und Hrn. Dr. Kreichgauer vergleichen zu lassen. Vor und nachher wurden die betreffenden Stücke nach der Methode des übergreifenden Nebenschlusses[2] mit einer alten Doseneinheit (Nr. 1195) verglichen, welche in Darmstadt blieb.

Nun konnten auch die einzelnen Stücke *WQ* in m/mm² ausgedrückt werden und weiter durch Vergleichung auch der Galvanometerwiderstand.[3]

---

[1] Dieselben wurden mehrfach unter Berücksichtigung der von mir Wied. Ann. Bd. 22, S. 558, 1884 hervorgehobenen Umstände calibrirt, und die Temperaturcoefficienten der für die Beobachtungen wesentlichen Rollen einzeln bestimmt.

[2] F. Kohlrausch, Wied. Ann. Bd. 20, S. 76, 1883.

[3] Es zeigte sich, dass von April 1884 bis November 1885 die Doseneinheit Nr. 1195 innerhalb des möglichen Fehlers der Strecker'schen Beobachtung (0.0001 S.E.) constant geblieben war; Nr. 2674 hatte um 0.00047 S.E. zugenommen, D I und D II (aus einem von Siemens & Halske bezogenen Neusilberdraht) um 0.00175 bez. 0.00182, die einzelnen Stücke von *WQ* (von Februar 1884 bis Januar 1886) um 0.00197, während ihr Verhältniss bis auf wenige Hunderttausendtheile identisch gefunden wurde. Hieraus geht hervor, dass die relative Unveränderlichkeit mehrerer Drähte gar keine Bürgschaft für die absolute bietet.

Für die Bestimmung der Galvanometerfunction wird das Verhältniss der Widerstände des Nebenschlusses w_n und des Galvanometerzweiges w_g gebraucht. (Vergl. Formel (10) und (10′)). w_n betrug nahe 10 S.E. w_g wurde mit Hülfe eines Stöpselrheostaten etwa 4000—7000 S.E. gemacht. In den Tagen zwischen den Hauptbeobachtungen wurde w_n mit der Rolle 10′ des Stöpselrheostaten verglichen. Da durch mehrfache Calibrirungen das Verhältniss der grösseren Stücke zu der Rolle 10 wie die Temperaturcoefficienten bekannt waren, so liess sich w_g/w_n berechnen.

Nicht ganz leicht war die Bestimmung des Durchmessers der Tangentenbussole.

Das Ocular eines Meyerstein'schen Kathetometers wurde mit einem Scalenmikrometer versehen und vor das Objectiv noch eine achromatische Linse geklebt, um eine kurze Sehweite zu erhalten. Die Marmorplatte (ohne Draht) wurde vertical so aufgestellt, dass ihre Ebene in die Absehrichtung fiel; durch Übertragung auf einen daneben befindlichen Glasmaassstab wurden 4 aequidistante Durchmesser gemessen. Der mittlere Durchmesser ergab sich so zu 496.959 und 496.948 Mm., im Mittel 496.954 Mm.

Zur Controle wurde die Platte auf einen ebenen Glasstreifen gelegt, kleine Schneiden aus Ebonit an die Enden eines Durchmessers angedrückt und mit Klebwachs auf den Glasstreifen festgekittet. Nach Erhärtung des Wachses wurde die Platte vorsichtig entfernt und der Abstand der Schneiden unter dem Comparator durch Substitution mit dem Normalmeter verglichen. Das Mittel derselben 4 Durchmesser wurde so gefunden 496.969 und 496.972, Mittel 496.970 Mm. Endlich wurde nach Aufwinden des Drahts eine kathetometrische Messung, ähnlich wie oben, ausgeführt, wobei auf alle 5 Drahtwindungen eingestellt wurde, und der äussere Durchmesser im Mittel von drei Messungen 498.865 ± 0.009 Mm. erhalten.

Da die Drahtdicke 0.950 Mm. betrug, so ergibt sich für den mittleren Durchmesser der Windungen

497.904, 497.920, 497.915 Mm.

in guter Übereinstimmung.

Der Temperaturcoefficient des Galvanometermagnets, sowie sein Inductionscoefficient, wurde nach Methoden, welche von Hrn. W. Weber herrühren, ermittelt, der Coefficient der Quermagnetisirung nach einem abgeänderten Verfahren.

Für meinen Galvanometermagnet (und einige andere Magnete) habe ich bereits im Herbst 1884 eine Frage erledigt, welche seitdem von Hrn. H. Wild behandelt worden ist[1], nämlich, ob man

[1] H. Wild, Abh. der Petersburger Ak. Bd. 34. 1886.

nach der WEBER'schen Methode wirklich den Inductionscoefficienten erhält, welcher für die später anzustellenden Versuche maassgebend ist. Dies würde augenscheinlich nicht der Fall sein, wenn nach den ersten Secunden der Einwirkung der inducirenden Kraft noch ein merkliches Anwachsen des inducirten Moments erfolgte. Hiervon habe ich bei dem Galvanometermagnet nichts bemerken können.

Die Änderung der Galvanometerfunction mit der Ablenkung habe ich nach verschiedenen Methoden bestimmt: aus der Dämpfung für verschiedene Winkel zwischen der Windungsebene und der Ruhelage des Magnets, durch Vergleichung mit der Tangentenbussole und nach dem Verfahren des Hrn. F. KOHLRAUSCH.[1] Die Reduction der log. Decr. auf unendlich kleine Amplituden konnte dann nach der Theorie von Hrn. K. SCHERING[2] berechnet werden; ich habe es aber nicht für überflüssig gehalten, durch besondere Beobachtungen festzustellen, dass hiernach reducirte Dämpfungsbeobachtungen mit grossen und kleinen Bogen auf denselben Werth führen.

Für den Coefficienten der Selbstinduction des Galvanometers ergaben zwei in Darmstadt und Halle mit ganz verschiedenen Apparaten durchgeführte Beobachtungsreihen bis auf $^1/_{700}$ übereinstimmend 0.1448 S.E. $\times$ Sec. $= 1.363 . 10^9$ Mm.

Der Localeinfluss des diamagnetischen Multiplicators folgte aus der Schwingungsdauer bei Anwesenheit und nach Entfernung desselben 0.00013, ebenso gross aus der Ablenkung nach Drehung des Multiplicators. Beide Magnetometer der Tangentenbussole, obwohl metallfrei, besassen einen Localeinfluss im Sinne einer Verstärkung des Magnetismus von 0.00023 bez. 0.00025. Besonders auffällig ist dies für das eine derselben, dessen Gehäuse bei einer vorgängigen Untersuchung in allen Stellungen einen kräftigen Magnet abstiess. Die Erklärung ist wohl in dem Diamagnetismus der Vorsatzgläser zu suchen, welche den abgelenkten Magnet abstiessen, also seine Ablenkung verkleinerten.

Der Abstand des Magnets in den Lagern wurde mit Hülfe zweier Glasscalen unter Benutzung eines Mikroskops mit Ocularmikrometer gemessen. Im Sommer wurde diese Operation zu Anfang und zu Ende der ganzen Beobachtungsreihe ausgeführt; da sich hierbei eine kleine Differenz zeigte, so wurden seitdem auf den Lagern Marken angebracht und der Abstand derselben jedesmal mit einer 2200 ^{mm} langen Glasscale controlirt.

Die örtlichen und zeitlichen Änderungen der Horizontalintensität wurden mit Hülfe eines Localvariometers nach F. KOHLRAUSCH[3]

---

1 F. KOHLRAUSCH, WIED. Ann. 26, S. 431, 1885.
2 K. SCHERING, WIED. Ann. 9, S. 287, 1880.
3 F. KOHLRAUSCH, WIED. Ann. 19, S. 130, 1883.

verfolgt. Im Sommer begnügte ich mich, das Verhältniss von H für den Ort des Galvanometers und der Tangentenbussole vor und nach der ganzen Beobachtungsreihe zu bestimmen; nachdem aber durch einen Umbau der zwei Treppen hoch gelegenen Räume die magnetischen Verhältnisse verschlechtert waren, habe ich die Vergleichung jedesmal unmittelbar nach den Hauptbeobachtungen vorgenommen. Übrigens bewegten sich die Änderungen innerhalb weniger Zehntausendtheile.

Von vorbereitenden Messungen wäre noch die Bestimmung des Trägheitsmoments des Galvanometers zum Zweck einiger Reductionen, der Polabstände der benutzten Magnete und der Torsionsverhältnisse zu erwähnen.

Die Hauptbeobachtungen zerfielen in drei Reihen, welche im Sommer und Herbst 1885 und im Winter 1885/86 angestellt sind.

Jede einzelne Hauptbeobachtung umfasste am Vormittag

1. Messung des Scalenabstandes für Galvanometer und Tangentenbussole,

2. Controle des Abstandes der Marken auf den Magnetlagern (im Herbst und Winter);

am Nachmittag bez. Abend[1]

3. Vergleichung des Galvanometerwiderstandes mit WQ,

4. Dämpfungsbeobachtungen für vier verschiedene Widerstände des Galvanometerkreises,

5. Bestimmung der Galvanometerfunction (zweimal),

6. Messung der Schwingungsdauer (zweimal 15 Minuten) und

6a. der Luftdämpfung,

7. Ermittelung von M/H, der Ablenkung des Magnetometers der Tangentenbussole durch den Galvanometermagnet (in 2 Abständen),

8. die entsprechende Beobachtung am Ort des Galvanometers mit einem andern Hülfsmagnet,

9. Vergleichung der Horizontalintensität für den Ort des Galvanometers und der Tangentenbussole (im Herbst und Winter).

Mitunter war die Reihenfolge eine andere, immer aber kam 3. unmittelbar vor oder nach 4. Die Operation 4. dauerte $3/4$—1 Stunde, 3.—7. $3-3\frac{1}{2}$ Stunden, 3.—9. etwa $4\frac{1}{2}$ Stunden.

---

[1] Zur Beleuchtung wurde nie Gas, sondern fast ausschliesslich Kerzen verwandt.

Ausser mir selbst waren stets zwei Hülfsbeobachter thätig.

Das Variometer für Declination wurde abgelesen während 4. 5. 6ᵃ. 7. 8., das Intensitätsvariometer während 4. 6. 7. 8.

Die Temperatur des hohlen Galvanometermagnets wurde durch ein eingeschobenes Thermometer gemessen vor 4., nach 6. und während 7. 8.; das Thermometer in der Rolle unter dem Galvanometerkasten wurde abgelesen während 3. 4. 6.

Selbstverständlich wurde die Temperatur von *WQ* für 3. und 4., die des Stöpselrheostaten und des Nebenschlusses für 5. bestimmt.

Eine gute Controle für die Zuverlässigkeit der Beobachtungen erhält man, indem man die einzelnen Grössen mit Hülfe der Temperatur- und Variometerbeobachtungen auf Normalstände reducirt. Es ergab sich so (mm, mg, sec.):

	Sommer	Herbst	Winter
Ω	5.45644 ± 45	5.46587 ± 42[1] 3.48849 ± 2 [2]	5.47949 ± 58
T	12.0240 ± 11	11.9697 ± 15[1] 18.7607 ± 2 [2]	12.0080 ± 10
$p_0 H_T$ [3]	60.666 ± 9	60.699 ± 8	60.692 ± 17
M/H_T	10^7. 3.4233 ± 10	10^7. 3.4398 ± 3 [1]	10^7. 3.4423 ± 5

Die drei Serien untereinander sind nicht vergleichbar.

Bei obiger Reduction ist stillschweigend vorausgesetzt, dass die Ablenkungsmagnete des Localvariometers (für gleiche Temperatur) ein constantes Moment behalten, und die Variation des Erdmagnetismus am Orte des Localvariometers und der anderen Apparate die gleiche ist. Beide Bedingungen werden für längere Zeiträume nur angenähert erfüllt sein, für die wenigen Stunden einer Beobachtung aber fast absolut, so dass den einzelnen Beobachtungen eine grössere Zuverlässigkeit zukommen dürfte, als es nach vorstehender Zusammenstellung scheint.

Ich will nicht verschweigen, dass im Sommer zwischen den Bestimmungen von M/H am Orte des Galvanometers und der Tangentenbussole eine Differenz von etwa $^1/_{1400}$ bestand, deren Grund ich nicht habe ermitteln können. Im Herbst und Winter genügte die Übereinstimmung.

Die Resultate für den Werth von 1 Ohm in m/mm² *Hg* sind folgende:

---

[1] Hier sind die beiden ersten Beobachtungen aus Gründen, deren Erörterung zu weit führen würde, ausgeschlossen.

[2] Mittel aus zwei Beobachtungen mit belastetem Magnet. 3.48849 mit der Wurzel aus dem Quotienten der Trägheitsmomente multiplicirt gibt 5.46583.

[3] Reducirt auf Torsionsverhältniss 0 und gleichen Werth von H_T/Hg.

Sommer 1885		Herbst 1885		Winter 1885/86	
31/5	1.06240	25/10	1.06245	28/12	1.06173
21/6	1.06224	27/10	1,06304	29/12	1.06233
28/6	1.06262	30/10	1.06230	30/12	1.06180
5/7	1.06200	1/11	1.06192	2/1	1.06185
12/7	1.06209	3/11	1.06191	15/1	1.06309
19/7	1.06244	6/11	1.06248	16/1	1.06333
	1.06230	8/11	1.06242	18/1	1.06301
	± 19	13/11	1.06262	19/1	1.06241
		17/11	1.06266		1.06244
			1.06242		± 52
			± 25		

Die vier mittleren Beobachtungen im Sommer sind als weniger sicher zu betrachten. Am 13/11 und 17/11 war der Magnet belastet, am 16/1, 18/1, 19/1 war ein anderes Magnetometer benutzt.

Im Winter machten sich die etwas ungünstigeren Temperaturverhältnisse fühlbar; für die besten Beobachtungen möchte ich die vom Herbst halten.

Alle Reihen weichen aber vom Hauptmittel

$$1.0624$$

wenig ab.

Als Hülfsbeobachter waren thätig die HH. Dr. W. Fischer, Reallehrer H. Kasslick, Stud. Agthe, Heinzerling, Jordan, Sivert Rasmussen und Hr. Mechaniker L. Waibler, der auch den grössten Theil der benutzten Apparate angefertigt hat. Allen genannten Herren spreche ich meinen besten Dank für die gewährte Unterstützung aus.

Ausgegeben am 12. Juli.

1888.

XXXIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

5. Juli. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Hirschfeld las eine Abhandlung zur Geschichte des römischen Kaisercultus.

2. Hr. Curtius legte vor eine Mittheilung von Hrn. Prof. Dr. Gustav Hirschfeld in Königsberg: Inschriften aus dem Norden Kleinasiens, besonders aus Bithynien und Paphlagonien.

Beide Mittheilungen erfolgen in einem der nächsten Berichte.

Die Thontafelsammlungen des British Museum.

Von Dr. C. Bezold
in München.

(Vorgelegt von Hrn. Schrader am 14. Juni [s. oben S. 669].)

Wie ich der Königlichen Akademie am 12. Februar 1887 mitzutheilen die Ehre hatte, beabsichtigte ich bei meinen assyriologischen Studien während meines diesmaligen Aufenthaltes in London in erster Linie, einen kurzen Sachkatalog derjenigen babylonisch-assyrischen Inschriften des British Museum anzubahnen, die in meiner *Babylonisch-assyrischen Literatur* (Leipzig, O. Schulze 1886) noch gar nicht oder nur unvollständig und ungenügend verzeichnet sind. Zu gleicher Zeit hoffte ich damit einen Überblick über die sämmtlichen Keilschriftsammlungen, soweit dieselben ausgepackt, officiell signirt und damit auswärtigen Gelehrten zugänglich sind, zu erlangen.

Es war nicht vorauszusehn, mit welchen Schwierigkeiten die Ausführung dieses Planes verknüpft sein würde. Ein Missgeschick hatte gewollt, dass die Tafeln, welche zu George Smith's Zeiten numerirt worden waren, seit dessen Tode nie mehr nach den Signaturen geordnet worden waren, sondern sich, aus allen Sammlungen gemischt, in den einzelnen Kästen der sogenannten *Kouyunjik Gallery* und anderer Ausstellungs-Räumlichkeiten des Museums in einer Art encyclopädischer Anordnung befanden, die jedoch weder Vollständigkeit beanspruchen konnte, noch auch von Ausnahmen aller Art freizusprechen war.

Es sei mir verstattet, bei diesem Anlass der wärmsten persönlichen Dankbarkeit gegenüber den Beamten des British Museum Ausdruck zu verleihen, vor Allem gegenüber dem *Keeper* des *Department of Assyrian and Egyptian Antiquities*, Hrn. P. le Page Renouf, und sodann den HH. *Assistants* E. Wallis Budge und B. T. A. Evetts, insbesondere dieses für die Liberalität, mit welcher dieselben mir unter den genannten Umständen zu meinen Zwecken nicht nur verstatteten, die einzelnen Schubladen der Kästen in den Gallerien durchzunehmen, sondern auch Sorge dafür trugen, dass eine neue Anordnung, zunächst der Kujundschik-Sammlung, nach den officiellen Signaturen, unter

Berücksichtigung der in meiner *Literatur* befolgten Principien[1] getroffen werde.

Ich wandte mich, nachdem mir die genannte Vergünstigung zu Theil geworden war, zunächst dem Studium der in den Kästen der *Kouyunjik Gallery* aufgespeicherten Inschriftentafeln zu und untersuchte die Stücke von »*Table-case A*«, *tray a-n* (20. April bis 8. Juli), von »*Table-case B*«, *tray a-l* (8. Juli bis 4. August), sowie im sogenannten *Assyrian Room* von »*Table-case E*«, *tray a* (4. bis 15. August). Unterdessen war von den Beamten des orientalischen Departments, wie oben angedeutet, die Kujundschik-Sammlung im Arbeitszimmer der Gelehrten (»*Assyrian Students' Room*«) nach neuer Anordnung aufgestellt worden, und diese Arbeit soweit gediehen, dass ich mit Nutzen nun von Neuem die Tafeln derselben durchnehmen konnte. Der Rest meines Aufenthaltes in London ward dieser Beschäftigung gewidmet; es ward mir nach den betreffenden Vorarbeiten möglich, noch die Fächer I bis XXXVI, mit anderen Worten die Tafeln K. 1 bis K. 1881 in ununterbrochener Reihenfolge durchzunehmen (15. August bis 11. October).

Ich erlaube mir nun zunächst, um ein kurzes Bild von dem Reichthum der im Londoner Museum angesammelten Keilschriftdenkmäler zu entwerfen, eine knappe Übersicht über den Bestand der einzelnen Sammlungen zu geben, soweit derselbe entweder aus meiner persönlichen Bekanntschaft mit den Monumenten oder aus der bis jetzt über dieselben erschienenen modernen Literatur resultirte. Dabei wird gleichzeitig angegeben werden, wie viele Inschriften bis jetzt publicirt sind, wie viele der unveröffentlichten ich selbst codificirt, wie viele collationirt, und wie viele von ihnen völlig copirt habe.

I. Weitaus die grösste Sammlung ist die *Kouyunjik Collection*. Im October 1887 waren etwa 5700 Stücke derselben numerirt.[2] Davon sind mindestens 492 Nummern publicirt, von welchen ich 187 einer Collation mit den Originalen unterzog. Ausserdem habe ich von 607 Nummern, die bis jetzt unveröffentlicht sind, eine genaue Copie angefertigt[3] und im Ganzen von der Sammlung während meines vorigjährigen Aufenthaltes am Museum 2983 Stücke ihrem Umfang und Inhalt nach kurz beschrieben.

---

[1] U. A. Verweise bei den höheren Signaturen auf die niedrigeren bei Tafeln, die aus mehreren, verschieden numerirten Fragmenten zusammengestückt sind; Differenzirung zweier oder mehrerer gleichlautender Signaturen durch *a* und *b* und dergl. m.; vergl. *Literatur*, S. 316, N. 1.

[2] Zur Zeit zählt sie gegen 9000 numerirte Stücke; die Gesammtzahl wird aber, wenn signirt, mindestens 12000 Nummern betragen. Die höchste Nummer der edirten Stücke ist 5640; s. S. A. Smith, *Texts*, S. (7).

[3] Bei dieser und den folgenden Berechnungen zählen selbstverständlich auch ganz kleine, unbedeutende Fragmente mit, insofern sie eigene Signaturen haben.

An Bedeutung der Kujundschik-Sammlung zunächst steht die

II. *Smith Collection*, welche in drei Abtheilungen zerfällt:

1. die eigentliche *Smith Collection* im engeren Sinne, von welcher bis jetzt gegen 2500 Stücke numerirt und registrirt sind.[1] Publicirt sind davon bisher nur 41 Nummern. Ich selbst habe 140 Nummern beschrieben und 60 unedirte Stücke völlig copirt;

2. die von den Besitzern des »Daily Telegraph« zu London dem British Museum überlassene und darnach *Daily Telegraph Collection* genannte Sammlung, die gleichfalls von G. Smith erworben wurde. Die höchste Nummer, welche mir von derselben bekannt wurde, ist 355.[2] Doch sind eine ganze Reihe von kleinen und sehr kleinen Fragmenten von dieser Sammlung erhalten, welche noch nicht mit der officiellen Registrationsnummer versehen sind, sondern nur eine provisorische (in rother Farbe auf den Tablets angebrachte) Numerirung ausweisen; die letztere reicht mindestens bis zur Nr. 433. Publicirt sind 10 Nummern, 7 weitere konnte ich copiren, und im Ganzen 46 Stücke beschreiben;

3. die in dankbarer Anerkennung der Verdienste des für die Wissenschaft in den Tod gegangenen englischen Gelehrten George Smith zur Erinnerung an sein Todesjahr »S. †« genannten Sammlungen »76, 10—16« und »76, 11—17«, die, soweit bis jetzt bekannt, bis zu der Signatur 2400 hinaufreichen.[3] 224 Stücke davon sind, meist von J. N. Strassmaier, veröffentlicht und 327 lassen sich aus der modernen assyriologischen Literatur nachweisen.

Den dritten Hapttheil der im Museum aufgespeicherten Schätze bilden

III. die *Rassam Collections*, die sich nach den Signaturen folgendermaassen gruppiren:

1. die der Zeit nach zunächst erworbene, mit »Rm.« bezeichnete Hauptsammlung, von der gegen 1000 numerirte Stücke vorhanden sein werden.[4] Nur 19 Stücke sind davon veröffentlicht; 7 weitere copirte ich neu, und konnte im Ganzen 63 Stücke registriren;

2. die weiteren mit »Rm.« bezeichneten, später und an verschiedenen Fundstätten erworbenen Sammlungen, nämlich

---

[1] Die höchste Nummer, die in der Literatur erwähnt wird, ist 2276; s. G. Smith, *Ep. Canon*, S. 85. Die Objecte von Nr. 2200 an tragen aber meist keine Inschriften mehr, sondern sind Kunstgegenstände u. dergl.

[2] Gehört zu K. 2597, wovon ein Theil III R 68 veröffentlicht ist. [Nach einer erst kürzlich gemachten Notiz wäre 386 die höchst-numerirte Tafel.]

[3] Die höchste Nummer, von der wir wissen, ist 2394, beschrieben von Pinches, *Guide Nimr. Ctr. Sal.*, S. 67, Nr. 19, B.

[4] Die höchste mir bekannt gewordene Nummer ist Rm. 903, d. i. ein Zusatzfragment zu der Tafel K. 2041, veröffentlicht V R 19, Nr. 1.

a) die Sammlung »Rm. II«, wovon mindestens 455 Stücke vorhanden,[1] und 9 bekannt sind;

b) die Sammlung »Rm. 2. I«, wovon Sayce, *Hibbert Lectures,* S. 532 (vergl. ebendas., S. 118, Anm. 2) die 159. Tafel übersetzt;

c) die Sammlung »Rm. 2. II«, wovon mindestens 464 Stücke vorhanden,[2] 17 von mir beschrieben sind;

d) die Sammlung »Rm. 2. III«, wovon nach Sayce, a. a. O. S. 301, Anm. 3 und S. 513 mindestens 150 Stücke vorhanden zu sein scheinen;[3] endlich

e) die Sammlung »Rm. IV«, von deren 9 bisher bekannten Nummern als höchste 366 (bei Strassmaier, *Nabonid,* S. 7 f. Nr. 7) erscheint.

Damit sind die von Hormuzd Rassam nach Europa gebrachten Sammlungen bei weitem noch nicht erschöpft. Da aber die übrigen hierher gehörigen Stücke nicht nur mit »Rm.« oder mit »A. H.« i. e. Abu-Habba bezeichnet sind, sondern nach der am Britischen Museum gepflogenen Übung mit dem Datum, an welchem sie dort anlangten, so empfiehlt es sich, in Übereinstimmung mit ihren officiellen Signaturen, sie unter den in gleicher Weise bezeichneten, aber von anderen Quellen, z. B. von Mr. Shemtob (»SH«) bezogenen Sammlungen anzuführen, wie folgt.

IV. Die nach Daten bezeichneten und angeordneten Sammlungen:

1. die Sammlung »48, 7—20«, mit mindestens 119 Nummern (vergl. G. Smith, *Assurbanipal,* S. 320), wovon 1 edirt und 2 weitere von mir copirt sind;

2. die Sammlung »48, 10—31«, wovon 1 Inschrift, Nr. 2 (I R 45—7) edirt ist;

3. die Sammlung »48, 11—4«, mit mindestens 315 Nummern (Nr. 315 = III R 15—6), wovon bis jetzt nur 3 bekannt sind;

4. die Sammlung »51, 1—1«, mit mindestens 166 Stücken;[4]

5. die Sammlung »55, 12—5«, welche meist Bronzegegenstände (Pfeilspitzen u. s. f.) enthält und jetzt im sogenannten *basement-room* des Museums aufbewahrt wird. Sie ist in Scherif-Chân erworben und umfasst etwa 500 Nummern;

---

[1] S. meine *Literatur,* S. 340 unten.

[2] Rm. 2. II, 464 enthält nach meiner Copie einen »Brief«, welcher die Stadt [cuneiform] (var.: [cuneiform] [[cuneiform]]) erwähnt.

[3] [Einer später aufgezeichneten Notiz nach sind mindestens 600 Stücke numerirt. Vielleicht sind aber die Stücke von »Rm. 2«, also Rm. 2. I—III durchlaufend numerirt.]

[4] »51, 1—1, 166« ist Doppelsignatur zu K. 55.

6. die Sammlung »56, 9—3«, mit etwa 1500 Nummern;

7. die Sammlung »56, 9—8«, mit etwa 400 Nummern;

8. die Sammlung »56, 9—9«, mit etwa 200 Nummern;

9. die Sammlung »56, 11—10«, wovon Nr. 1 ein Nebukadnezar-Cylinder ist;

10. die Sammlung »59, 10—14«, mit mindestens 104 Nummern; zum Theil aus jetzt im *basement-room* aufbewahrten Kunstgegenständen bestehend. Nr. 81 ist IV R 35, Nr. 6 publicirt;

11. die Sammlung »66, 5—15«, wovon Nr. 1 von Winckler, *Zeits.* 1887, S. 307 und Tafel III edirt wurde;

12. die Sammlung »67, 4—2«, wovon Nr. 1 von Lehmann, ebendas. S. 63 ff. veröffentlicht ist;

13. die Sammlung »68, 5—23«, wovon mir 2 Stücke bekannt geworden sind;[1]

14. die Sammlung »68, 6—2«, zumeist (vielleicht ausschliesslich) Kunstgegenstände (im *basement-room*) enthaltend;

15. die Sammlung »68, 7—9«, wovon Nr. 1 V R 34 veröffentlicht ist;

16. die Sammlung »76, 1—2«, wovon Nr. 1 bei Pinches, *Guide to the Nimr. Ctr. Saloon*, S. 126, Nr. 118 beschrieben ist;

17. die Sammlung »76, 1—10«, mit mindestens 18 Stücken; vergl. Strassmaier, L., Nr. 64;

18. die Sammlung »76, 1—17«, wovon etwa 12 Stücke vorhanden zu sein scheinen;

19. die Sammlung »76, 4—13«, wozu ein unedirtes Duplicat zu Sm. 1300 gehört; s. meine *Literatur*, S. 204 und 343;

20. die Sammlung »76, 5—15«, wovon 4 Stücke vorhanden zu sein scheinen;

21. die Sammlung »76, 10—16«, wovon ungefähr 30 Stücke numerirt sein werden. 7 Nummern davon sind publicirt, theils von Pinches,[2] theils von Strassmaier (*Nab.* und L.);

22. die Sammlung »76, 11—16«, mit über 200 Nummern, wovon 10 Tafeln (Nrr. 7, 19, 21, 166, 182, 183, 191—3 und 212) von Strassmaier, *Nabonid*, Heft 1—3 publicirt sind;

23. die Sammlung »76, 11—17«, die sich grösstentheils, aber doch nicht immer mit der Sammlung »S †« (vergl. oben S. 747, Nr. 3) deckt. S. meine *Literatur*, S. 343, und dazu jetzt auch S. A. Smith, *Texts*, S. (27);

---

[1] Nr. 1 ist die 15. Tafel der Serie [illegible].

[2] Vergl. *the Babylonian and Oriental Record*, I, S. 81 ff.

24. die Sammlung »77, 4—9«, wovon 1 Nummer von PINCHES im *Guide to the Nimroud Central Saloon*, Nr. 43 beschrieben ist;

25. die Sammlung »77, 4—17«, mit etwa 20 Nummern, wovon 2 von STRASSMAIER veröffentlicht sind;

26. die Sammlung »77, 10—2«, wovon 2 Nummern bekannt und veröffentlicht sind;

27. die Sammlung »77, 11—14«, wovon eine Tafel (von STRASSMAIER) veröffentlicht ist. Die höchste Nummer, die bekannt ist, ist 12, beschrieben von PINCHES, a. a. O., Nr. 86;

28. die Sammlung »77, 11—15«, mit etwa 20 Nummern, von denen 5 publicirt sind;

29. die Sammlung »77, 12—18« (Alabasterfragmente u. dergl.), wovon die höchste mir bekannt gewordene Nummer 17 ist;

30. die Sammlung »78, 5—31«, wovon 25 Nummern bekannt sind;[1]

31. die Sammlung »78, 7—30«, von SPARTOLI erworben, wovon die höchste bekannte Nummer, Nr. 11, von PINCHES, a. a. O., Nr. 115 beschrieben ist;

32. die Sammlung »78, 10—15« mit mindestens 80 numerirten Stücken;

33. die Sammlung »78, 10—28«, von welcher ich 8 Nummern gesehen habe;

34. die Sammlung »78, 11—7«, wovon 2 Nummern bekannt und von STRASSMAIER veröffentlicht sind;

35. die Sammlung »78, 11—17«, mit mindestens 3 Stücken;

36. die Sammlung »78, 11—20«, mit mindestens 4 Stücken;

37. die Sammlung »78, 11—30«, wovon 3 Nummern bekannt und 2 von STRASSMAIER veröffentlicht sind;

38. die Sammlung »79, 2—1«, wovon Nr. 1 von WINCKLER, *Zeitschr.* 1887, S. 125 ff. theilweise veröffentlicht ist; vergl. ebendort, S. 74;

39. die Sammlung »79, 3—1«, mit etwa 10 Nummern, wovon 2 von STRASSMAIER veröffentlicht sind;

40. die Sammlung »79, 4—19«, wovon 2 Nummern bekannt und eine (vergl. m. *Literatur*, S. 154) publicirt ist;

41. die Sammlung »79, 4—30«, wovon 5 Nummern bekannt und Nr. 4 (von STRASSMAIER) veröffentlicht ist;

42. die Sammlung »79, 5—24«, von SHEMTOB erworben, wovon nur 1 Nummer bekannt ist;

43. die Sammlung »79, 7—8«, mit etwa 300 Nummern;[2]

---

[1] Vergl. WINCKLER, *Zeits.* 1887, S. 124 f.

[2] Die höchste Nummer, die bekannt ist, Nr. 296, gehört zu K. 3473; vergl. S. A. SMITH, *Texts*, S. (1) ff.

44. die Sammlung »79, 7—13«, wovon Nr. 8 edirt ist von Strassmaier, *Nabonid*, Nr. 504;

45. die Sammlung »79, 7—30«, von Shemtob erworben, wovon 52 Nummern bekannt und 8 (von Strassmaier) edirt sind;[1]

46. die Sammlung »79, 11—8«, wovon 4 Nummern bekannt sind;

47. die Sammlung »80, 6—17«, wovon 4 Nummern bekannt sind;

48. die Sammlung »80, 7—19«, mit etwa 300 Nummern; vergl. m. *Literatur*, S. 348;

49. die Sammlung »80, 10—12«, von welcher ich mehrere unedirte Cylindertexte flüchtig einsehen konnte; mindestens 20 Stücke sind numerirt;

50. die Sammlung »80, 11—12«, mit ungefähr 500 numerirten Stücken;[2]

51. die Sammlung »81, 2—4«, mit etwa 400 numerirten Stücken. Diese Sammlung nimmt unser specielles Interesse in Anspruch, da sie nicht nur etwa aus Contracttafeln besteht, sondern mehrere werthvolle sogenannte bilingue Texte, Syllabare und andere Stücke, die denen der K.-Sammlung ziemlich nahestehen, enthält. Allerwahrscheinlichst bildet die ganze Sammlung (ebenso wie der grösste Theil der Sammlungen »Sm.«, »D. T.« und »Rm.«) nur einen Theil der im Museum mit »K.« bezeichneten. Daher kommt es, dass auch Stücke davon sich als Fragmente, die von Tafeln der »K.«-Sammlung abgebrochen waren, erwiesen. So z. B. ist jetzt Nr. 72 mit K. 3168 zusammengefügt, Nr. 396 mit K. 2871, u. s. f.;

52. die Sammlung »81, 3—24«, wovon bis jetzt nur ein einziges Stück bekannt gegeben ist;

53. die Sammlung »81, 4—28«, wovon 4 Stücke publicirt sind;

54. die Sammlung »81, 6—7«, mit mindestens 219 Nummern; vergl. Winckler, *Zeits.* 1887, S. 388 und *Hebraica* IV, S. 52;

55. die Sammlung »81, 6—25«, mit mindestens 270 Stücken;[3]

56. die Sammlung »81, 7—1«, wovon Nr. 1—8 von Pinches, a. a. O., beschrieben sind;

57. die Sammlung »81, 7—27«, mit etwa 200 numerirten Stücken;

58. die Sammlung »81, 8—30«, wovon bisher nur 3 unnumerirte Stücke bekannt gegeben sind; vergl. *Liter.*, S. 349 und Pinches, a. a. O., Nr. 108;

---

[1] Die höchste edirte Nummer ist 45; vergl. Strassmaier, *Nabonid*, Nr. 375.

[2] Nr. 471 ist beschrieben von Pinches, a. a. O., Nr. 42.

[3] Die höchste bekanntgegebene Nummer ist 109, beschrieben von Pinches, a. a. O., Nr. 37.

59. die Sammlung »81, 10—8«, wovon Nr. 1 von WINCKLER, *Zeits.* 1887, S. 124 erwähnt wird;

60. die Sammlung »81, 11—3«, mit mindestens 66 numerirten Stücken;

61. die Sammlung »82, 3—23«, mit mindestens 168 numerirten Stücken;[1]

62. die Sammlung »82, 4—14«, wovon nur 1 Inschrift (V R 62, Nr. 1) bekannt ist;

63. die Sammlung »82, 4—22«, davon Nr. 20 citirt von LEHMANN, *Zeits.* 1887, S. 247;

64. die Sammlung »82, 5—16«, davon 1 Nummer beschrieben von PINCHES, a. a. O., Nr. 24;

65. die Sammlung »82, 5—22«, wovon gegen 600 Stücke numerirt sind;[2]

66. die Sammlung »82, 5—25«, offenbar die directe Fortsetzung der vorigen enthaltend;

67. die Sammlung »82, 7—4«, davon Nr. 5 und 6 citirt von LEHMANN, *Zeits.* 1887, S. 247; die höchste mir bekannte Nummer ist 139, eine Tafel mit einer griechischen Inschrift;

68. die Sammlung »82, 7—14«, mit ein paar Tausend verschiedenen Stücken, die aber nur zum Theil numerirt sind. Die höchste Nummer, die bekannt ist, ist 144, edirt von PINCHES, *the Babylonian and Oriental Record*, I, S. 76;

69. die Sammlung »82, 8—16«, wovon nur 1 Nummer bekannt und publicirt ist (von S. A. SMITH, *Texts*, S. (25) f.);

70. die Sammlung »82, 9—18«, deren höchste bekannte Nummer die Zahl 3737 erreicht (veröffentlicht von BUDGE, *Proceed. Soc. Bibl. Arch.*, X, S. 86); 162 Stücke davon hat STRASSMAIER in seinem *Nabonid*, Heft 1—3 edirt;

71. die Sammlung »83, 1—18«, von welcher zweierlei verschiedene Serien zu unterscheiden sind. Die erstere davon reicht mit den numerirten Stücken mindestens bis Nr. 1330. Davon hat STRASSMAIER (*Nabonid*, Heft 1—3 und *Zeits.* 1887) 289 Stücke herausgegeben. Die zweite Serie mit vielen Hymnen an *Šamaš* u. dergl., wovon fast noch kein einziges Stück bekannt ist, reicht mindestens bis zu Nr. 530;

72. die Sammlung »84, 2—11«, von der gegen 600 Nummern signirt sind;[3] endlich

---

[1] Nr. 167 erwähnt PINCHES, a. a. O., Nr. 102.

[2] Die höchsten Nummern, die mir zu Gesicht kamen, sind: 570 (Liste archaischer Zeichen), 576 (Liste von Wörtern mit vorgesetztem [cuneiform sign]) und 577 (Omina).

[3] Nr. 593 und 594 sind Alabasterpuppen. Die letzte grössere Inschrift, die ich sah, ist der Nebukadnezar-Cylinder 488.

73. die Sammlung »85, 4—30«, mit mindestens 114 numerirten Stücken.

Den Schluss der Sammlungen des British Museums bilden:

V. Die drei Sammlungen: »B.« *(Babylonian Antiquities)* mit etwa 100 Nummern, die fast sämmtlich von Strassmaier veröffentlicht sind (in W.); »Sp.« (Spartoli), in den Unterabtheilungen »Sp. I«, »Sp. II« und »Sp. III«, mit gegen 1000 Nummern;[1] und — die älteste, von Layard 1848—51 erworbene Sammlung von Kunstgegenständen, zum Theil aber auch Inschriftentafeln, mit etwa 2000 Nummern.

Eine ganz oberflächliche Berechnung dieser Sammlungen ergiebt, dass sich ungefähr 39000 numerirte Stücke im Museum zu London befinden werden. Nach den Hunderten von unnumerirten Tafeln, welche ich dort gesehen, wird es nicht zu hoch gegriffen sein, die ganze Sammlung des British Museum in ihrem jetzigen Bestande auf mindestens 50000 Stücke zu schätzen. Publicirt sind davon bis jetzt nur 1400—1500. Ich selbst konnte im vergangenen Jahre gegen 8000 Tafeln flüchtig einsehen, gegen 4000 näher beschreiben, gegen 800 selbständig copiren und gegen 200 weitere mit den Editionen collationiren.

Schon ein flüchtiger Blick auf die obigen Zahlen lehrt, dass in Zukunft jedes Museum, in welchem eine Sammlung babylonisch-assyrischer Alterthümer erworben ist oder wird, bei der Beschreibung einer solchen Sammlung in ein gewisses Abhängigkeitsverhältniss zum British Museum treten wird. Die Verschiedenheit der einzelnen Inschriften unter einander ist allerdings eine erheblich grosse, sobald es sich um Privatdocumente irgend welcher Art handelt, die ja aber leider dem Verständniss noch fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegensetzen. Die Kaufverträge, sogenannte »Darlehnsurkunden« u. s. w. werden somit wohl, wenn sie auch nur in geringer Menge in einer neuen, bis jetzt unbekannten Sammlung auftauchen, ohne Berücksichtigung der Schätze des British Museum aus sich selbst heraus beschrieben werden können. Den Zusammenhang zwischen diesen einzelnen Stücken mag dann die Chronologie und bei einigen im günstigen Falle die Genealogie der in denselben erscheinenden Personen abgeben. Auch scheint es, so weit wir bis jetzt sehen können, in dieser Beziehung ziemlich gleichgültig zu sein, mit welchen

---

[1] Sp. 969 ist von Pinches, a. a. O., Nr. 36 beschrieben.

dieser Inschriften die Untersuchungen und Beschreibungen ihren Anfang nehmen — immer abgesehen natürlich von dem Erhaltungszustand, in dem sich die Tafeln befinden, und von den etwaigen graphischen Schwierigkeiten bei der Entzifferung.

Ganz anders aber liegt die Sache offenbar bei den eigentlichen sogenannten historischen Inschriften, bei der sogenannten Briefliteratur,[1] und endlich bei den Erzeugnissen der religiösen und wissenschaftlichen Literatur der Babylonier-Assyrer, welch letztere Literaturzweige sich bei ihnen zum Theil enge mit einander berühren. Es wird sich, wie wir meinen, hier bis auf lange Jahre hinaus darum handeln, einen sicheren Ausgangspunkt für alle ferneren literarhistorischen Untersuchungen auf Grund der Londoner Sammlung zu gewinnen, um von da aus jede neu in den Gesichtskreis tretende Gattung von Inschriften beurtheilen zu können.

Möge es mir verstattet sein, an einigen Beispielen die Methode darzulegen, nach welcher, wie ich meine, die Untersuchungen gepflogen werden sollen, wobei ich mir einige neue Funde, die besondere Beachtung zu verdienen scheinen, gelegentlich einzuschalten erlauben möchte.

In erster Linie sind es die historischen Texte, vor Allem die Königsinschriften, die durch ein eingehendes Studium der Londoner Sammlungen, insbesondere der Kujundschik-Sammlung, eine noch viel genauere historische Kenntnissnahme zulassen, als sie bisher denselben zu Theil geworden ist. Schon hier tritt für uns ein für die Beurtheilung der ganzen babylonisch-assyrischen Literatur bedeutender Factor, die Form der Documente betreffend, in den Vordergrund. Als George Smith seine *history of Assurbanipal* veröffentlichte, und einige Jahre später die *history of Sennacherib* vorbereitete, die, soweit vollendet, nach seinem Tode von Sayce edirt wurde, war es diesem und ähnlich anderen Gelehrten in erster Linie und fast ausschliesslich darum zu thun, die Lücken oder unleserlichen Stellen in den grossen Prismen-, oder in den Stierplatten- und sonstigen »Prunk-Inschriften«, wie wir sie hergebrachter Weise benennen wollen, durch irgend welche Duplicate, auf irgend welchen Fragmenten zu ergänzen. Ein zweites Motiv, möglichst umfassend die historischen Nachrichten aus der Literatur über den betreffenden König zusammenzustellen, führte zur Veröffentlichung der aus der *history of Assurbanipal* wohlbekannten »*proclamations, reports, letters, omens*«, u. s. w. So verdienstvoll diese Plublicationen waren, so

[1] Der Verfasser konnte, als er Obiges niederschrieb, von dem Thontafelfunde von Tell-Amarna (s. Sitzungsberichte d. J. vom 3. Mai, Nr. 23, S. 583—589) noch keine Kenntniss haben. Schr.

gaben sie doch nicht die richtige Vorstellung von der Menge der in der Kujundschik-Sammlung vorhandenen historischen Texte, die G. SMITH selbst von derselben hatte.

Alle diejenigen Inschriften »des Archivs« nämlich, die nicht, oder wenigstens nicht auf den ersten Blick wörtliche Übereinstimmung mit den »Prunkinschriften« erkennen liessen, wurden von G. SMITH im Museum, offenbar behufs späterer chronologischer bez. encyclopaedischer Anordnung, mit Bleistift mit einem Zeichen (*'pencilmark'*) versehen, sei es nun, dass durch eine Beischrift wie *'Asurn.'*, *'Senn.'*, *'Esarh.'*, *'Asurb.'* das betreffende Document als einem dieser Könige zugehörig bezeichnet werden sollte, sei es dass dasselbe durch *'H(istorical).'* oder durch *'H(istorical). unknown'* zu den historischen Inschriften im Allgemeinen gerechnet wurde. Wir dürfen somit hoffen, mit der Zeit aus diesen verschiedenartigen Fragmenten den einen oder anderen von den publicirten Texten in Form und Inhalt abweichenden historischen Text zu erhalten. So bildet die Tafel K. 4493 ein zweites Beispiel der auf den elamitischen König *Kudurnaḫundi*[1] bezüglichen Stücke u. dergl. m. Freilich entpuppen sich viele der bisher nicht näher bekannt gewordenen, mit *pencilmarks* versehenen Inschriften als einfache Duplicate oder Paralleltexte zu den veröffentlichten.

Unter den Sanherib-Fragmenten fanden sich, um beispielsweise die auf diesen König bezüglichen Inschriften aus der grossen Menge herauszugreifen, ausser den bekannten »unveröffentlichten Cylinder-Inschriften«[2] und den beiden von mir in *Zeitschrift*, 1887, S. 460 erwähnten Cylinderfragmenten K. 1675 (mit drei Columnen) und K. 1705 (mit gleichfalls drei Columnen) noch die folgenden:

1. K. 1356, eine auf Götterbilder bezügliche 31 zeilige Inschrift, welche beginnt: , d. i.: Sinaḫirib šar [Aššur] ipiš salmân Aššur u ilâni rabûti. Damit ist zu vergleichen ein mit einem Siegel versehenes Fragment einer anderen Legende,

2. K. 2696, dessen eine Seite enthält, während auf der anderen noch der Rest eines Datums ersichtlich ist: ;[3]

---

[1] Vergl. Z. 6: .

[2] *Literatur*, S. 97, § 57, Nr. 3.

[3] Vergl. auch K. 4440, und s. jetzt meinen *Catalogue*, S. 80, Anm. 1.

3. K. 1636, ein 32zeiliges Bruchstück eines Cylinders, von welchem nur Ende und Anfang erhalten sind. Das Ende enthält die Eponymie des *Mitunu*, und der Anfang beginnt mit den Zeilenresten [-na-an ri-ì-um mud-nin-nu[|]-tú a-ki-i sa-[|]-la-'-iṭ la ma-gi-ri mu-šap-[, deckt sich also mit dem des Bellino-Cylinders;

4. K. 1637, ein 17zeiliges Bruchstück eines Cylinders, gleichfalls nur Ende und Anfang einer Inschrift enthaltend. Eine der des Bellino-Cylinders analoge »Überschrift« ([cuneiform]) zeigt, dass 78 weitere Zeilen vorhanden gewesen sein müssen. Der restirende Anfang entspricht genau Sanh. Bell. 1—10,[1] der Schluss hingegen stimmt nur in den letzten 2 Zeilen mit dieser Inschrift überein;

5. K. 1638, 12 Zeilenreste aus der Mitte eines Cylinders heraus, welche Sanh. Bell. 48—58 entsprechen;

6. das 15zeilige Cylinderfragment K. 1640, mit Resten = Sanh. Taylor, Col. II, 26—75;

7. K. 1641, ein 9zeiliges Cylinderfragment aus dem Eponymat des *Mitunu*, = Sanh. Bell. 1—7 und 62—3;

8. das Cylinderbruchstück K. 1642, mit 19 Zeilenresten aus der Mitte heraus, die Sanh. Taylor, Col. I, 54—II, 35 entsprechen;

9. das 15zeilige Cylinderfragment K. 1644, mit Resten = Sanh. Taylor, Col. I, 19—66;

10. ein 6zeiliges Cylinderfragment, K. 1645, mit ganz geringfügigen Zeilenresten vom Anfang ([cuneiform] etc.) und Ende einer Inschrift, und der Unterschrift: [cuneiform];

11. das Cylinderfragment K. 1646, mit 5 geringfügigen Zeilenresten = Sanh. Bell. 55—9;

12. das 27zeilige Cylinderfragment K. 1647, mit der »Randziffer« [cuneiform] zur Notirung jeder 10. Zeile[2] und Resten = Sanh. Bell. 43—63;

13. das 10zeilige Cylinderfragment K. 1649, mit Resten = Sanh. Bell. 1—10;

14. das Prismafragment K. 1651, mit Resten von 2 Columnen: Col. I, mit 13 Zeilenenden, entspricht Sanh. Taylor, Col. II, 4—12, und Col. II, mit 9 Zeilenresten, Sanh. Taylor, Col. II, 69—74;[3]

15. das Prismafragment K. 1665, mit Resten von 2 Columnen: Col. I, mit 22 Zeilenenden, entspricht Sanh. Taylor, Col. I, 1—22, und Col. II, mit 8 Zeilenanfängen, Sanh. Taylor, Col. II, 26—33;

---

[1] Nach Sayce-Delitzsch's Zeilenzählung.

[2] Vergl. meine Bemerkung in *Zeitschrift*, 1886, S. 446, N. 2.

[3] Auch hier steht deutlich: [cuneiform] (nicht [cuneiform]) ṣil-li (gegen Haupt, *Beitr.*, S. 91. N. 4).

16. das Prismafragment K. 1666, mit Resten von 2 Columnen: Col. I, mit 5 Zeilenenden, entspricht Sanh. Taylor, Col. II, 36—9, und Col. II, mit 14 Zeilenresten, Sanh. Taylor, Col. III, 3—13; endlich

17. K. 3405, ein 38zeiliges Fragment, welches neben Sardanapal's auf dem Obv. auch Sanherib's Feldzüge erwähnt; vergl. G. Smith, *hist. of Senn.*, S. 138 f.

Auch das 15zeilige Cylinderfragment K. 1650 und die Thontafelinschrift K. 2622, die G. Smith durch Bleistiftnoten den Inschriften Sanherib's zugeschrieben hat, sowie noch eine ganze Reihe weiterer, von mir bisher nicht sicher eingeordneter Fragmente werden hierher zu ziehen sein.

Eine umfassende Darstellung der auf König Sanherib bezüglichen Inschriften dürfte sich aber auch dabei nicht beruhigen, sondern müsste natürlich alle möglichen Documente, auf denen der Name des Königs erscheint, sammeln und verwerthen. Ausser den schon von G. Smith, *hist. of Senn.*, S. 11—23 erwähnten Tafeln, den verschiedenen Contracten, wie K. 413, K. 419 und K. 423, den astrologischen Berichten, wie K. 75[1] und K. 398, und den Gebeten oder Beschwörungsformeln, wie auf K. 2856,[2] dürften hierbei auch mythologische Aufzeichnungen in Betracht kommen, wie solche vorliegen auf einem unnumerirten, von mir am 18. Juni 1887 in *Tablecase A*, *tray i* der *Kouyunjik Gallery* vorgefundenen Fragment der K.-Sammlung, das mit dem Namen des bekannten Heros [cuneiform] beginnt und auf rev. 5 die Worte [cuneiform] u. s. w. enthält. Ausserdem sind aber auch noch die sogenannten »Briefe«, auf denen der Name des Königs erscheint, anzuziehen: die veröffentlichte Tafel K. 181;[3] das Fragment K. 543, mit dessen rev. 2 erscheinendem [cuneiform] wahrscheinlich der König gemeint ist; der babylonische Bericht K. 961, der obv. 7 wahrscheinlich wiederum den König (?) [cuneiform] (?) [cuneiform] erwähnt; und der Brief des *Ḫunni* ([cuneiform]), K. 1062, in welchem Sanherib selbst begrüsst wird (obv. 9: [cuneiform] u. s. w.).

---

[1] S. jetzt meinen *Catalogue*, S. 20 f.

[2] Man bemerke die Schreibung des Eigennamens, [cuneiform] sowie die Doppeldatirung dieses und ähnlicher Documente.

[3] S. jetzt meinen *Catalogue*, S. 47 f.

Die letztgenannten Inschriften führen uns auf einen anderen Haupttheil der babylonisch-assyrischen Literatur, die sogenannte Briefliteratur.

Bei dem ganz enormen Reichthum derselben in der Londoner Sammlung empfiehlt es sich auch hier, die Form, nächst dieser aber natürlich ganz besonders den Inhalt, bez. die Eigennamen möglichst vieler einzelner Documente zu berücksichtigen, um daraus Schlüsse auf die Abfassungszeit derselben zu ziehen.

Es wird sich, was bisher unseres Wissens noch nie geschehen ist, verlohnen zu untersuchen, ob ein Unterschied hinsichtlich der Anfänge der verschiedenen Documente Hand in Hand geht mit der Verschiedenheit ihres Zweckes, ob z. B. die zahlreichen »Briefe«, welche beginnen mit ana šarri bîlija (oder bîlini) arduka, bez. ardânika ([cuneiform]), und umgekehrt mit [cuneiform] šarri ana ([cuneiform]) nicht etwa ihrem Inhalt nach wesentlich verschieden seien von denjenigen »Schreiben«, die beginnen mit [cuneiform] ša .... (z. B. auf K. 762); oder mit [cuneiform] ([cuneiform]) [cuneiform] (z. B. auf K. 832, b und K. 862); oder mit [cuneiform] [cuneiform] .... ana [cuneiform] .... (z. B. auf K. 882, K. 1542, 48, 7—20, 116); oder den »Addressen« beginnend mit: arduka [cuneiform] .... ana dinân šarri bîlija oder dergl. (z. B. auf K. 894; vergl. auch K. 912 und K. 986).

Für die Fixirung der Abfassungszeit solcher Documente und zugleich den Nachweis zeitgenössischer Personen mag folgendes Beispiel dienen.

Die Kujundschik-Sammlung enthält, soweit sie mir im vorigen Jahre bekannt geworden ist, sechzehn Schreiben eines Mannes [cuneiform], von denen bisher nur drei publicirt sind.[1] Ohne weitere Vergleichung dieser Documente unter einander liesse sich nicht entscheiden, ob dieselben von ein und derselben Persönlichkeit herrühren, und welcher Zeit der oder die Verfasser derselben angehörten. Eine historische Persönlichkeit des Namens [cuneiform] war bisher bekanntlich nur aus dem sogenannten »babylonischen Canon« (vergl. meine *Literatur*, § 11, 1, 8 und Tiele's *Geschichte*, S. 105) zu unserer Kenntniss gekommen.

Über die Lesung des Eigennamens auf den Tafeln können Bedenken kaum obwalten, da bei mehreren Inschriften zum letzten Namensbestandtheil die Variante ú-ṣur erscheint (z. B. auf K. 1040). Der Name wird somit *Rammân*- (oder *(D)addu?-)šum-uṣur* zu lesen sein.

---

[1] K. 183 von Delitzsch, *Wörterbuch*, S. 164 f.; K. 492 von S. A. Smith, PSBA X, S. 165 K. 618 V R 53, Nr. 3; doch s. auch Strassmaier, A. V., S. 915.

Die Zugehörigkeit einiger dieser Documente zu ein und derselben Persönlichkeit lässt sich nun aber auch hier a priori aus der Betrachtung ihrer äusseren Form wahrscheinlich machen: Wie nämlich K. 618 (s. V R) so haben auch K. 583,[1] K. 595,[2] K. 601[3] und K. 666[4] einen eigenthümlichen, langen Eingang, der sonst auf Inschriften dieser Art durchaus nicht gewöhnlich ist. Nimmt man nun an, dass die genannten Documente auf eine und dieselbe Persönlichkeit zu beziehen seien, so ergeben sich folgende weitere und zwar jene Annahme bestätigende Momente. Zwei der genannten Inschriften, K. 595 und K. 666 machen uns ausser mit dem Briefsteller mit je einer zweiten Person bekannt, nämlich K. 595 (rev. 11) mit (var. auf K. 511: ....), d. i. wahrscheinlichst: *Mardukšâkinšum*, und K. 666 (rev. 9) mit , d. i. wahrscheinlichst: *Aradgula*. Wenn nun diese beiden Persönlichkeiten auf mehreren der genannten Documente im Verein mit Rammânšumuṣur erscheinen, so wird dadurch zur äussersten Wahrscheinlichkeit erhoben, dass nicht nur ihre Namen, sondern auch der des bez. Briefstellers in jedem Falle die gleichen Personen bezeichnen. Nun erscheint 1. auf K. 1026, dem Briefe eines Aradgula, auf rev. 7 ein Rammânšumuṣur; 2. ist ein Brief an den König, K. 1087, adressirt von Rammânšumuṣur und von Mardukšâkinšum; 3. ein anderer, K. 527, von Rammânšumuṣur, von Mardukšâkinšum und von

---

[1] Z. 3 ff.: Lû šulmu ana šarri bilija Nabû Marduk ilâni rabûti ša šamî u irṣitim ana šarri bilija liqrubû; ṭûb libbi ṭub širi ana šarri bilija lidinû; ana piqitti ša šulmu adanniš libbu ša šarri bilija adanniš lû ṭâbu.

[2] Z. 2 ff.: Šulmu ana šarri bilija [Aššur] Sin Šamaš Rammân Marduk Zarpanitum [////] Nabû Tašmitum Ištar ša Ninâ Ištar ša Arba'il NINIB Gula Nirgal (BRÜNNOW, *List*, Nr. 996) ilâni rabûti ša šamî irṣitim ana šarri bilija kîni ṭa-ab-[ba?-]ni râ'mu ša niši adanniš a-dan-[niš].

[3] Z. 3 ff.: Lû šulmu ana šarri bilija ana piqitti ša ; šulmu adanniš libbu ša šarri bili[ja] adanniš adanniš lû ṭâbu. Aššur Sin Šamaš Rammân //// Marduk //// Nabû Tašmîtum //// šarrat //// Kidmuri //// Arba'il NINIB //// Nirgal ilâni //// ša šamî u irṣitim //// ašibûti Aššur //// ašibûti Ak-ka-[di-i] ilâni mâtâti kali-[šina].

[4] Z. 3 ff.: Lû šulmu ana šarri bilija; Nabû Marduk ana šarri bilija liqrubû; ana piqitti ša šulmu adanniš libbu ša šarri bilija ṭâba ilâni rabûti ša šamî irṣitim nîmalšu (vergl. V R 53) ana šarri bilija //// //// (vergl. V R 53).

[illegible], dem bekannten Verfasser astrologischer Berichte.[1] Umgekehrt erscheint wiederum Aradgula 4. auf K. 183 (rev. 4 u. 9), einem Briefe Rammânšumuṣur's, und ebenso 5. auf K. 472 (rev. 7), einem Briefe des Mardukšâkinšum. Die Gleichzeitigkeit aller dieser Documente dürfte damit ausser Zweifel stehn und führt nun ihrerseits weiter zu einer genauen Bestimmung ihrer Abfassungszeit, indem 6. in einem Briefe Mardukšâkinšum's (K. 626, obv. 6) Saosduchinos ([illegible]) erscheint; ferner 7. ebenderselbe (in gleicher Orthographie) auf K. 1118 (obv. 7) zusammen mit Rammânšumuṣur (obv. 5) erwähnt wird; und endlich 8. auf K. 991, einem wahrscheinlich von Aradgula herrührenden (obv. 1: [illegible] lû šulmu) Briefe, zusammen Rammânšumuṣur (rev. 8 u. 17), Saosduchinos ([illegible]) und [illegible] (beide obv. 4), d. i. gewiss Assurbanipal-Sardanapal genannt werden.

Damit dürfte erwiesen sein, dass unser Rammânšumuṣur nicht identisch mit dem im »babylonischen Canon« genannten sein kann, sondern ein Zeitgenosse aller der eben namhaft gemachten Persönlichkeiten[2] war, hiemit in der ersten Hälfte des siebenten Jahrhunderts vor Christi gelebt und die auf uns gekommenen, oben aufgezählten Briefe verfasst hat.

In ähnlicher Weise wie die vorstehenden sollten, wie wir meinen, womöglich alle babylonisch-assyrischen »Briefe«, aber auch die zahlreichen »Rechtsurkunden« auf ihre Eigennamen hin geprüft, bezw. die Zeit ihrer Abfassung, sei diese nun nach Daten gegeben oder anderweitig festzustellen, untersucht werden.

Eine andere Methode der Anordnung als die im Vorstehenden angezogene kommt bei den Erzeugnissen der religiösen und wissenschaftlichen Literatur der Babylonier-Assyrer in Betracht, auf die wir hier schliesslich noch mit kurzen Worten hinweisen möchten.

Im grossen Ganzen lässt sich bemerken, dass während in den beiden vorhergehenden Literaturgattungen die chronologische Anordnung von selbst gegeben war, hier eine encyklopaedische vorwiegen

[1] S. z. B. K. 696, K. 733, K. 773, K. 788, K. 966. Offenbar derselbe Mann verfasste auch mehrere Inschriften in der bekannten »Brief«-Form, die von der der astrologischen »Reports« abweicht, wie K. 983 und K. 1032. Aber auch einige dieser seiner »Briefe« sind wieder astrologischen Inhalts: K. 981, K. 1039 und K. 1049.

[2] Auf andere in den angeführten Documenten erwähnte Personen oder »Unterschriften« wie die von K. 2861 konnte hier der Kürze wegen nicht näher eingegangen werden.

muss. Eine einzige Ausnahme bilden, so weit wir sehen, gewisse Omentexte, welche nach Eponymien datirt sind.

Bei den grossen, insbesondere durch ihren äusserst fragmentarischen Zustand verursachten Schwierigkeiten, welche der Erklärung religiöser und wissenschaftlicher Literaturdenkmäler noch fort und fort im Wege stehen, ist es geboten, sich zunächst nach irgend welchen sicheren Anhaltspunkten umzusehn, die eine Classification der Inschriften ermöglichen. Auch hier ist in erster Linie wieder die Form maassgebend. Bisweilen führt z. B. die schon oben genannte »Randziffer« 𒌋 und ähnliches auf die Zusammengehörigkeit zweier oder mehrerer Tafelfragmente zu einer und derselben Tafel, die sonst nicht unmittelbar an einander schliessen, wie von K. 200 und K. 202. Von ausnehmender Wichtigkeit ist sodann aber der sogenannte »*Colophon*«, d. h. die Tafelunterschrift, die eine ganze Menge der in Frage stehenden Documente tragen. Sie besteht gewöhnlich aus mehreren Theilen. Den Anfang bildet eine bisher noch allzu wenig gewürdigte Textzeile,[1] die in meinem jetzt im Drucke befindlichen *Catalogue* der Londoner Kujundschik-Sammlung *'catch-line'* genannt wird. Diese Zeile enthält die unmittelbare Fortsetzung des unmittelbar vor ihr abgesetzten Textes auf einer anderen Tafel, entspricht mithin immer der ersten Zeile der bezw. nächsten Tafel derselben Serie, in welche erstere vom Verfasser oder Schreiber eingereiht ward. Sodann folgt in vielen Fällen die Angabe, wie viele Zeilen die vom Schreiber soeben beendigte Tafel enthält. Daran schliesst sich die eigentliche »Unterschrift« (im engeren Sinne), beginnend mit den Worten: »So und so vielste Tafel (der Serie, beginnend mit den Worten)......«. Es folgt mitunter die Angabe, dass die betreffende Tafel »vollständig« geschrieben sei, eine Notiz, deren ideographisch gegebene Worte zuerst in meiner *Literatur*, S. 121, N. 1 erklärt worden sind.[2] Den gegentheiligen Vermerk möchte ich jetzt in der Bezeichnung: ...... ([cuneiform]) [cuneiform], d. h. »so und so viele Zeilen (im Auszug) von (dem Text) auf einer anderen Tafel« erblicken. Sodann findet sich häufig angegeben, dass die betreffende Tafel von einem älteren Original copirt ist und zwar entweder, dass sie von einer anderen »Tafel« ([cuneiform]) abgeschrieben sei; oder sie wird bezeichnet als [cuneiform][3] [cuneiform], womit mehrfach wechselt: [cuneiform][4] [cuneiform][5] [cuneiform] (z. B.

[1] Von Haupt (ASKT 183, *Nimr.* 42, N. 1) als »Custos« bezeichnet.

[2] In Delitzsch's *Wörterbuch*, S. 134 übersehn.

[3] Nach [cuneiform] steht bisweilen noch eine Ziffer, z. B. auf K. 4003.

[4] D. i.: ki-i, s. z. B. K. 3460.

[5] D. i.: pi-i, s. z. B. K. 1451.

auf K. 3238); beides hat man wohl mit Recht erklärt durch »gemäss dem Original eines Papyrus« oder dergl.; s. *Lit.*, § 3, Anm. 1 und »Nachtrag«, S. XIV. Den Schluss bildet ein längerer oder kürzerer Vermerk, der die Tafel als Sardanapal's oder eines anderen Bibliothek angehörig bezeichnet und in seiner kürzesten Form sehr vielfach nicht eingeschrieben, sondern eingravirt ward. Die angegebenen Theile des *Colophon* finden sich aber nur selten alle vereinigt. Mitunter fehlt die Angabe der Tafelserie; die Unterschrift beginnt dann einfach mit dup-pi oder dup-pu, d. i. »Tafel des....«. Mitunter fehlen auch alle näheren Bezeichnungen bis auf die '*catch-line*', und mitunter findet sich nur in kürzester (eingravirter) Form der »Bibliotheksvermerk« angebracht.

Mein Hauptaugenmerk war nun darauf gerichtet, vermittelst dieser Tafelunterschriften die verschiedenen Serien von Omentexten, Gebeten, Beschwörungsformeln, Legenden und Syllabaren aus dem Chaos von Fragmenten auszusondern, wobei sich herausstellte, dass in den Sammlungen des Museums eine noch viel bedeutendere Menge von Duplicaten vorhanden ist, als man bisher anzunehmen geneigt war.

Ein weiteres willkommenes Hülfsmittel bei dieser Anordnung bildeten bei den Omentexten die Anfänge der einzelnen Zeilen oder Paragraphen, bei den Gebeten und Beschwörungen gewisse immer wiederkehrende Abschnittsbezeichnungen, wie [cuneiform], [cuneiform], [cuneiform], [cuneiform], [cuneiform] ([cuneiform]) [cuneiform], [cuneiform] u. dergl. m., endlich bei den Syllabaren das Anordnungsprincip (s. *Lit.* §§ 111—13) und die äussere Form.

Es gelang mir dadurch schon jetzt, von den Omentexten allein eine Reihe von etwa 20 verschiedenen »Serien« mit mehr oder weniger dazu gehörigen »Nummern« festzustellen. Beispielsweise erwähne ich die zuerst von mir, *Lit.* S. 193, N. 2 als solche erkannte Maklû-Serie, von welcher jetzt 5 verschiedene Tafeln bekannt sind. Von einer anderen, mit [cuneiform] beginnenden Serie fanden sich Stücke der 2., 3., 12., 13., 14. und dreier weiterer noch nicht näher einzuordnenden Tafeln. Unter den Beschwörungsformeln konnte ich die bekannte Šurbû-Serie vervollständigen, von welcher sich jetzt die Anfänge der 2., 3.,[1] 4., 5., 6., 7. und 9. Tafel zusammenstellen lassen. Von dem zuerst von Sayce, *Zeits.*, 1885, S. 1 ff. annoncirten »medici-

[1] Das Hauptstück dieser Tafel, K. 2390, ist grade in den Anfangszeilen so verstümmelt, dass es nicht leicht gewesen wäre, aus der »*catch-line*« von K. 150 auf seine Zugehörigkeit zur Šurbû-Serie zu schliessen, wenn nicht ein vermittelndes, sehr fragmentarisches Duplicat darauf geführt hätte; s. jetzt meinen *Catalogue*, S. 39. — Auch die Nabnîtu-Serie lässt sich noch vollständiger zusammenstellen, als dies jüngst von Delitzsch, W. B., S. 243 geschehen ist.

nischen Werk« sind die ersten drei »Tafeln« zusammengefunden. Endlich sei noch der bekannten Serie mili gedacht, von der eine grosse Menge von Tafeln im Museum vorhanden ist, deren höchste »Nummer« die Zahl 102 erreicht (K. 3677). Von Bedeutung ist hierbei, dass gewisse Syllabare, z. B. K. 1, zu dieser Serie auf's innigste in Beziehung gesetzt werden; und ferner, dass 2 Tafeln derselben Serie, nämlich die 45. und die 61. Tafel, doppelt vorhanden sind, ohne dass ihre Texte sich wörtlich decken. Bedenkt man, dass auch sonst (vergl. oben, S. 17) sich »Auszüge« fanden, dass z. B. K. 131 einen Auszug aus K. 2007 bildet, so liegt die Vermuthung nahe, in diesen Texten zweierlei Recensionen, etwa eine kürzere und eine längere anzunehmen, womit ich dann wiederum einen öfters in den Unterschriften anzutreffenden Vermerk in Beziehung setzen möchte.

Es würde zu weit führen, hier noch der Anordnung der besonders schwierigen mythologischen Fragmente, der sogenannten »Cataloge«, der geometrischen und astronomischen Aufzeichnungen, der geographischen und Tribut-Listen, und der Syllabare eine Untersuchung zu widmen. Für letztere sei mir verstattet, auf die Mittheilung einiger neuer Funde in den *Proceedings* der Society of Biblical Archaeology für Juni 1888 und den folgenden Nummern zu verweisen.

Ausgegeben am 12. Juli.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.

XXXIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

12. Juli. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Weizsäcker las: Die Urkunden der Approbation König Ruprecht's.

Die Mittheilung erscheint in den Abhandlungen.

2. Hr. Virchow setzte seinen am 21. v. M. begonnenen, nunmehr umstehend folgenden Vortrag über die aegyptischen Königsmumien im Museum zu Bulaq fort.

3. Hr. G. Quincke in Heidelberg, correspondirendes Mitglied der Akademie, hat die gleichfalls unten folgenden Mittheilungen eingesendet: Über die physikalischen Eigenschaften dünner, fester Lamellen, und: Über periodische Ausbreitung von Flüssigkeitsoberflächen und dadurch hervorgerufene Bewegungserscheinungen.

4. Die physikalisch-mathematische Classe hat zu wissenschaftlichen Unternehmungen bewilligt: weitere 1500 Mark für Hrn. Dr. Carl Schmidt in Freiburg i. B. zur Vervollständigung seiner geologischen Untersuchungen in den Pyrenäen, und 600 Mark für Hrn. Prof. Liebisch in Göttingen zur Herstellung photographischer Abbildungen von Interferenzerscheinungen in doppeltbrechenden Krystallplatten.

5. Die philosophisch-historische Classe hat weitere 4000 Mark für die Prosopographie der römischen Kaiserzeit, und 3000 Mark zur Fortführung der Supplemente des Corpus Inscriptionum Latinarum bewilligt.

Die Mumien der Könige im Museum von Bulaq.

Von Rud. Virchow.

(Vorgetragen am 21. Juni und 12. Juli [s. oben S. 671 und 765].)

Das Museum von Bulaq besitzt seit etwa 7 Jahren einen Schatz ohne Gleichen: die Mumien der grössten Könige Aegyptens, welche unter der persönlichen Leitung des Hrn. Emil Brugsch-Bey aus einem Felsschachte oberhalb von Deir-el-Baḥri, hinter dem Dorfe Schêch Abd-el-Qurnah, auf dem westlichen Gräbergebiet von Theben zu Tage gefördert worden sind. Fast alle die grossen Gestalten aus dem mittleren und aus dem Beginne des neuen Reiches, von dem Schlusse der 17. bis zur 21. Dynastie, also von der Zeit der Vertreibung der Hyksos bis zu dem Verfall der Königsherrschaft, treten uns hier körperlich nahe. 35 Jahrhunderte sind über diese vertrockneten Körper dahingegangen, ohne dass nennenswerthe Veränderungen an denselben eingetreten wären.

Eine sonderbare Fügung hat die Rettung dieser bedeutungsvollen Überreste herbeigeführt. Schon zur Zeit der 20. Dynastie hatte sich auf den öden Abhängen des thebanischen Todtengebirges der Gräberraub in einer solchen Weise organisirt, dass Abwehr unmöglich erschien. Die Papyrus-Acten eines unter Ramses IX (12. Jahrhundert vor Christo) geführten grossen Processes sind bis auf unsere Tage erhalten; sie gewähren einen Einblick in die Manipulationen der Grabräuber, wenngleich das Ende des Processes und das Schlussurtheil nicht bekannt geworden sind. Aber in dieser Zeit hat sich offenbar das Gefühl der Unsicherheit aller betheiligten Beamten bemächtigt. Die mit der Bewachung der Gräber betrauten Priester brachten die Mumien der Könige aus ihren Grabkammern in andere, ja sogar aus ihren Särgen in die anderer Personen. Hr. Maspéro hat dargethan, dass für einzelne Könige, deren ursprüngliche Gräber sich in Drah Abu'l Neggah und im Thal der Könige (Bab-el-Moluk) befanden, die allmähliche Verschleppung actenmässig festgestellt werden kann. Erst als man die Leichen auch in den Gräbern ihrer Vorfahren nicht sicher wähnte, versenkte man sie mit denen von Hohenpriestern und anderen hohen

Personen in den erwähnten Felsschacht, dessen Eingang verlegt und unkenntlich gemacht wurde. Hier blieben die Mumien, wie es scheint, bis zum Jahre 1875 vor jeder menschlichen Berührung bewahrt. Erst damals gelang es dem Spürsinn der Fellachen aus dem benachbarten Dorfe Qurnah, den Zugang aufzufinden und in vorsichtiger Weise die Beraubung der Leichen einzuleiten. So geschah es, dass noch 6 Jahre vergingen, ehe die Sache entdeckt und die officielle Hebung der Leichen angeordnet wurde.

Als Emil Brugsch-Bey am 6. Juli 1881 sich in den 11^{m}50 tiefen und 2^{m} breiten Schacht hinabliess und in den davon abgehenden Stollen eindrang, sah er die lange Reihe der Mumien noch grossentheils erhalten vor sich und las bei dem Lichte einer Kerze mit wachsendem Staunen, ja Grausen die Namen fast aller der hochberühmten Könige, deren Gräber man bis dahin entweder vergeblich gesucht oder leer gefunden hatte.

Die Mumien wurden dann nach Cairo gebracht und dem Museum von Bulaq übergeben, welches beinahe einen ganzen Saal damit gefüllt hat. Die Kästen sind geöffnet und die Körper zum Theil ihrer Hüllen entkleidet worden. Man hat grosse Gláskästen über die einzelnen Mumien gesetzt und hält sie durch Decken vor dem Tageslichte und Staube geschützt. Obwohl es wünschenswerth erscheint, dass sie noch mehr geschützt und zugleich in würdigerer Weise aufgestellt werden, so lässt sich doch nicht verkennen, dass sie bis jetzt Schaden nicht gelitten haben. Die Pflicht, diese hochehrwürdigen Reste unversehrt der Nachwelt zu erhalten, wird von allen Betheiligten empfunden und vielleicht wird auch diese Mittheilung dazu beitragen, dass auch in Zukunft die Sorge für die Leichen ohne Unterbrechung und mit wahrer Pietät geübt wird.

Die wissenschaftliche Bedeutung des grossen Fundes nach allen Richtungen darzulegen, würde etwas zu weit führen. Vom Standpunkte der Aegyptologie aus hat Hr. Maspéro, indem er Abbildungen der wichtigsten Mumienkästen und der Grabbeigaben nach Photographien des Hrn. Emil Brugsch veröffentlichte, in einer besonderen Schrift (La trouvaille de Deir-el-Bahari. Le Caire 1881) die nächst hervortretenden Fragen behandelt. Meine Aufgabe soll sich darauf beschränken, zwei andere Beziehungen hervorzuheben: die anthropologische und die kunstgeschichtliche. Anthropologisch ist es von höchstem Werthe, für eine so weit zurückgelegene Periode der aegyptischen Geschichte ein ganz zuverlässiges Material zu besitzen, an welchem die Frage erörtert werden kann, ob und in welchen Richtungen der Typus der körperlichen Bildung bei den Aegyptern sich geändert hat, und mit welchen von den alten Völkern sie Ähnlichkeit oder Übereinstimmung des

Typus zeigen. Kunstgeschichtlich ist zu untersuchen, bis zu welchem Maasse die Bildhauer und Maler des Alterthums es verstanden haben zu individualisiren, und inwieweit die Statuen aus Stein und Holz, die Reliefs und Malereien der Tempel- und Grabwände, sowie der Mumienkästen als wirkliche Portraitdarstellungen angesehen werden dürfen. Diese Betrachtung ist gerade in letzter Zeit in den Vordergrund der Aufmerksamkeit getreten[1] durch das häufigere Auffinden von hölzernen Bildtafeln in den Nekropolen des Fayum, wovon ich selbst Augenzeuge war, als ich mit den HH. SCHLIEMANN und SCHWEINFURT Hrn. FLINDERS PETRIE auf dem grossen, von ihm explorirten Gräberfelde an der Pyramide von Hawara besuchte.

Je näher diese Fragen sich jedem aufdrängen, welcher die Königsmumien in Bulaq betrachtet, um so auffälliger ist es, dass ihre Beantwortung kaum versucht worden ist. Der einzige, welcher sich überhaupt etwas mehr eingehend mit den Mumien selbst beschäftigt hat, war Hr. EMIL BRUGSCH-BEY. Er hat mehrere derselben gemessen, im Anschlusse an ein französisches Schema, das nicht überall mit dem unserigen übereinstimmt; indess werde ich einige, die Körperverhältnisse betreffende Angaben nach seinen Messungen mittheilen. Viel wichtiger sind seine photographischen Aufnahmen, welche in durchaus mustergültiger Weise ausgeführt sind und welche für die wichtigsten Persönlichkeiten eine Gesammtansicht des Körpers, sowie in etwas grösserem Maassstabe eine Vorder- und eine Seitenansicht des Kopfes geben. Er hat die grosse Güte gehabt, mir eine Sammlung solcher Photographien zu schenken, und zugleich gestattet, davon Gebrauch zu machen, wofür ich ihm meinen besonderen Dank ausdrücke. Eine solche Ansicht, die von dem Kopfe Pinotem's II, findet sich schon in der Publication von MASPÉRO (Pl. 10). Zwei andere, eine von Seti I, die andere von Ramses II hat Hr. EDUARD MEYER in seiner Geschichte des alten Aegyptens (Allgemeine Geschichte, herausgegeben von ONCKEN. Erste Hauptabth. Theil I. Berlin 1887. S. 285, 294) in Holzschnitt nachbilden lassen, wie ich annehme, nach denselben photographischen Aufnahmen, wie die mir vorliegenden Blätter. Sonst ist meines Wissens keine Untersuchung der Mumien selbst veröffentlicht worden.

Ich wendete mich daher mit der Bitte, mir Messungen an den geeigneten Königsmumien gestatten zu wollen, an den damaligen Ministerpraesidenten NUBAR PASCHA. Der Director des Museums, Hr. GRÉBAUT, der auf einer Reise nach Oberaegypten abwesend war, konnte mir erst später Gelegenheit geben, sein freundliches Entgegenkommen bei

---

[1] GEORG EBERS, Eine Galerie antiker Portraits. Beilage zur Allg. Zeitung 1888. Nr. 135—137.

der Verfolgung meiner Untersuchungen zu benutzen. Im Auftrage des Ministerpraesidenten begleitete mich der Unterstaatssecretair im Ministerium des öffentlichen Unterrichts, Yacub Artin Pascha, unter dessen Augen die Untersuchung ausgeführt wurde; ich bin demselben für seine grosse Langmuth zu besonderem Dank verpflichtet. Auch der deutsche Generalkonsul Hr. von Brauer war während der ganzen Zeit anwesend. Hr. Brugsch-Bey hob persönlich die Mumien aus ihren Kästen hervor und hielt sie während der Messungen, um sie darnach genau wieder in ihre Stellung zurückzulegen.

Es verstand sich von selbst, und ich hatte es überdies besonders zugesagt, dass ich auf eine Enthüllung der Leichen, soweit sie nicht schon erfolgt war, verzichtete. Daraus erklärt es sich, dass ich nur über eine kleinere Zahl Einzelangaben machen kann, nämlich über 6. Aber diese sind gerade die Leichname der gewaltigsten Herrscher: von der 18. Dynastie Amosis I, Thutmes II und III, von der 19. Seti I und sein Sohn Ramses II[1], von der 20. Ramses III. Zugleich bieten sie das Interesse, dass sie durch längere Zeiträume von einander getrennte Gruppen darstellen. Denn zwischen der ersten und zweiten Gruppe liegt ein Zwischenraum von beiläufig 200, zwischen der zweiten und Ramses III ein solcher von 100 Jahren.

Ich bin in der Lage, für die Zeitbestimmung der ersten und ältesten Gruppe eine genauere Angabe machen zu können, welche ich der Güte des Hrn. Heinr. Brugsch-Pascha verdanke. Er schreibt mir, dass 3 astronomische Daten, welche er aus der Regierungszeit von Thutmes (Thotmosis) III nachgewiesen habe, vor Kurzem in Wien berechnet worden seien, nämlich der Siriusaufgang am 19/20. Juli und 2 Neumondstage, und dass sich daraus für die Regierungszeit dieses Königs die Epoche 20. März 1503 bis 14. Februar 1449 ergebe, wodurch ein ganz neues Licht auf die Chronologie der 18. Dynastie geworfen werde. Der Regierungsantritt Amosis' (Aāḥ-mᵉs d. i. Mondkind), des ersten Pharao der 18. Dynastie, falle, mit Rücksicht auf die manethonische Angabe über die Regierungsdauer der ersten 5 Könige dieser Dynastie, welche in Summa gerade 100 Jahre ergebe, auf das Jahr 1603 vor Chr. (Böckh hatte 1655, Bunsen 1625, Lepsius 1684, Unger 1796, Brugsch-Pascha selbst früher 1706 oder in runder Zahl 1700 berechnet.) Somit ist anzunehmen, dass die in der Messungsliste aufgeführten Mumien des Bulaq-Museums ungefähr der Zeit vom Anfange des 17. bis zum Anfange des 12. Jahrhunderts v. Chr. entsprechen.

---

[1] Hr. A. Wiedemann (Aegypt. Geschichte S. 461) giebt irrthümlicherweise an, die Leiche Ramses II sei bisher nicht gefunden.

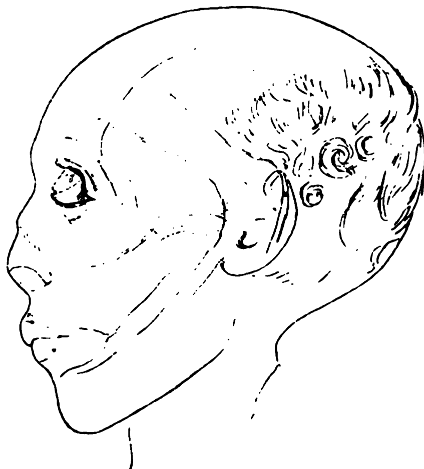
Wie schon erwähnt, würde die Untersuchung der anderen Mumien eine weitere Enthüllung derselben erfordert haben, welche nicht erwünscht war. Aber auch von den untersuchten Mumien sind einzelne, wie gerade die von Amosis, in Hauptstücken, namentlich für die Messung der Schädelkapsel, unzugängig, und bei nicht wenigen der anderen bewirkt das an gewissen Stellen reichlicher aufgetragene Harz Abweichungen von der Norm, die nicht ganz auf ihr Maass zurückgeführt werden konnten. Immerhin dürfen die mitgetheilten Zahlen auch für diese als fraglich bezeichneten Stellen als ein wahrscheinliches Maass der wirklichen Verhältnisse gelten.

Es möge nun zunächst eine Beschreibung der untersuchten Mumien folgen:

1. Die Mumie von Amosis I, dem Befreier, dem Stifter der 18. Dynastie, mit Blumen-Guirlanden umgeben und fast überall mit Binden bedeckt, selbst am Kopfe, von dem man nur zu erkennen vermag, dass er mit schön geringelten Haaren besetzt ist; er scheint jedoch etwas kurz zu sein. Das Gesicht allein ist frei geblieben. Es ergiebt einen chamaeprosopen Index (77.1) bei einem mässig breiten Nasenindex (63.6), jedoch im Ganzen zierliche Verhältnisse, besonders der orthognathen Kiefer. Länge des Körpers 1^{m}67. Eine Abbildung des Sargkastens bei Maspéro Pl. 2.

2. Thutmes II (Thutmosis, Dhutmosi), der Urenkel von Amosis, ist nach einer sehr kurzen Regierung gestorben, also wahrscheinlich noch in jüngerem Alter. Seine vollen Schneidezähne sind freilich stark abgeschliffen, aber sonst von guter Beschaffenheit. Sie sind orthognath, wenngleich etwas vortretend. Das wahrscheinlich erst nach dem Tode spärlicher gewordene braune Haar ist lockig (frisirt?). Der Kopf trotz der Länge des Hinterhaupts mesocephal (Index 79.1) und wahrscheinlich orthocephal (Ohrhöhenindex 62.8). Die Stirn voll, mit schwachen Orbitalwülsten, etwas rückwärts geneigt. Das Gesicht, obwohl schmal, doch chamaeprosop (Index 88.8). Die Nase an der Wurzel breit, der Rücken stark vortretend, der Index (63.6) genau derselbe, wie bei Amosis, etwas gross. Oberlippe lang und vortretend. Kinn sehr hoch, mehr gerundet. Augenspalten etwas kurz.

Fig. 1.



Thutmes II.

Ohren klein. Die zweite Zehe länger als die erste. Länge des Körpers 1^{m}.75. Der Sargdeckel abgebildet bei Maspéro Pl. 6.

König Seti I.

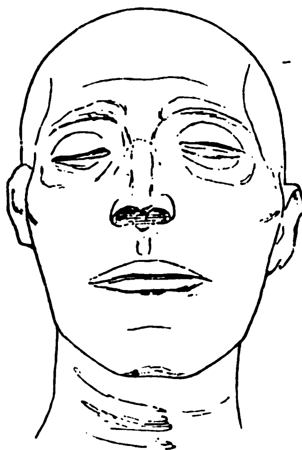
Fig. 2.



Wandbild in Abydos.

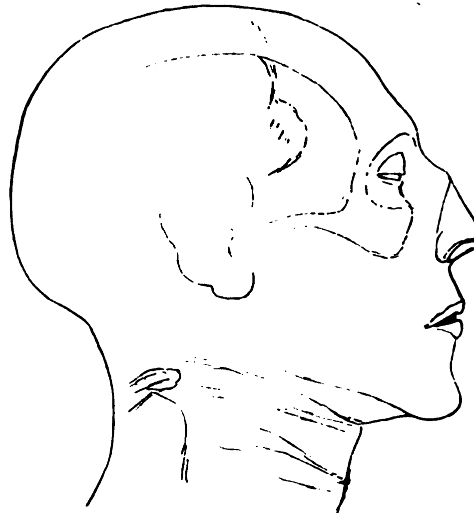
3. Thutmes III, der jüngere Bruder des vorigen. Obwohl derselbe erst nach einer langen Regierung sein Leben beschloss, so macht seine Mumie doch einen fast jugendlichen Eindruck. Auch sein Schädel ist mesocephal (Index 78.2) und mehr, als der seines Bruders, flach (Ohrhöhenindex 55.9). Alles an ihm hat ein mehr zartes Aussehen: die Ohren klein, die Lippen niedrig, die oberen Zähne übergreifend, die unteren sehr hoch hinauftretend. Kinn gerundet und etwas zurücktretend, von sanftem Aussehen. Das Gesicht hoch und schmal, leptoprosop (Index 93.1), die Nase ungleich schmaler, als die von Bruder und Urgrossvater (Index 60.0).

Fig. 3.



Vorderansicht.

Fig. 4.



Seitenansicht.

Mumie in Bulaq.

4. Seti I, der zweite Pharao aus der XIX. Dynastie, der grosse Eroberer, dessen Bild in zahlreichen Wiederholungen die Mauern der oberaegyptischen Tempel bedeckt (Fig. 2). Er starb nach 27jähriger Regierung und wurde in dem von Belzoni entdeckten Grabe im Bab-el-Moluk beigesetzt. Von da brachte man die Mumie in den Felsschacht von Dêr-el-Bahri. Dieselbe ist ganz mit Blumenkränzen umwickelt. Sie ist die besterhaltene der ganzen Reihe und macht noch jetzt den Eindruck eines kräftigen, vollendet schönen Mannes. Nach den Messungen des Hrn. Brugsch-Bey hat die Leiche eine Höhe von 1ᵐ665, wovon 0.201 auf den Kopf fallen. Die Vorderarme sind über der Brust gekreuzt, die Hände liegen an den Schultern. Der feingeschnittene und fast europäisch aussehende Kopf (Fig. 3—4) ist gestreckt und ein wenig nach hinten zurückgebogen; die kahle und etwas niedrige, sehr breite (106^{mm}), voll gerundete, aber etwas zurückgelegte Stirn ganz glatt, nur die Orbitalwülste leicht vortretend. Die Augen geschlossen wie eines Schlafenden. Der Kopf lang und etwas flach gewölbt, dolicho-chamaecephal (Längenbreitenindex 74.7, Ohrhöhenindex 58.2). Das Gesicht hoch und oval, an der Grenze der Leptoprosopie (Index 89.9). Die Nase fein, schmal, lang, aquilin, wie in den alten Abbildungen (Fig. 2); nur an der Grenze des knöchernen und knorpeligen Theils liegt ein, durch das Eintrocknen entstandener Absatz; Index 54.3. Die Wurzel der Nase schmal und wenig eingebogen, die Scheidewand niedrig. Die Lippen zart, die Oberlippe ziemlich lang. Die mittleren Schneidezähne des Oberkiefers sichtbar. Der Unterkiefer hoch, das Kinn sehr breit, dreieckig, etwas vortretend, in der Mitte des unteren Randes gebuchtet. Der Mumiendeckel abgebildet bei Maspéro Pl. 7.

Ramses II.

Fig. 5.



Statue am Tempel von Luqsor.

5. Ramses II, der Sohn des vorigen, der Pharao der Bedrückung, der Seso-

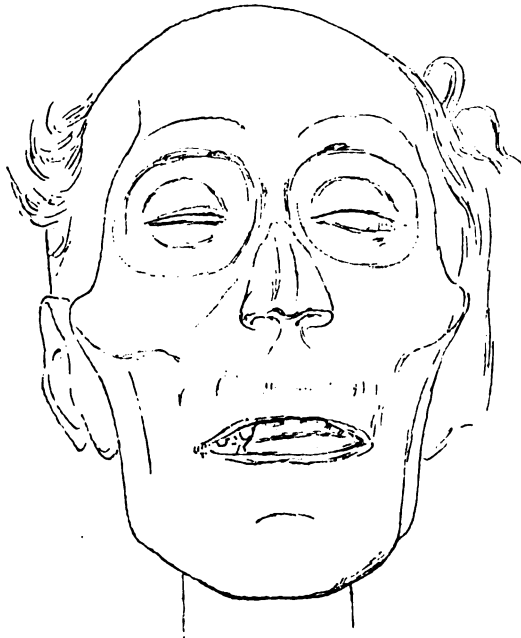
Ramses II.

Fig. 6.



Statue vor dem Felsentempel Abu-Simbel, Nubien.

Fig. 7.



Vorderansicht (Mumie).

stris der Griechen, starb nach einer 67-jährigen Regierung in einem Alter zwischen 80 und 100 Jahren und wurde bestattet in einem Felsengrabe des Bab-el-Moluk. Die ganze Länge der sehr mageren Mumie maass Hr. Brugsch-Bey zu $1^m.720$, also um $0^m.155$ länger als die seines Vaters. Am Kopfe sind die Unterschiede der Bildung der einzelnen Theile von den Verhältnissen der Statuen (Fig. 5 u. 6) in hohem Grade auffallend. Insbesondere springt der Unterchied in der Grösse der Untergesichtsgegend um so stärker hervor, als gerade dieser Theil sonst bei Greisen eine starke Verkleinerung zu erfahren pflegt. Der Kopf (Fig. 7 u. 8) ist spärlich mit feinen, welligen, fast seidigen, am Hinterkopf etwas reichlicheren, bis zu 9^{cm} langen, gelben Haaren bedeckt. Er erweist sich als ausgemacht d o l i c h o c e p h a l (Index 74.0); der Höhenindex dürfte mindestens orthocephal sein (Ohrhöhenindex 66.6).

Ramses II.

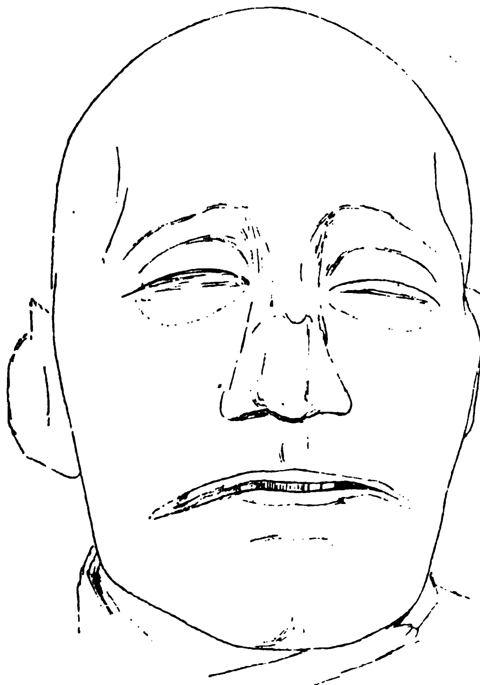
Fig. 8.



Seitenansicht (Mumie).

Ramses III.

Fig. 9.



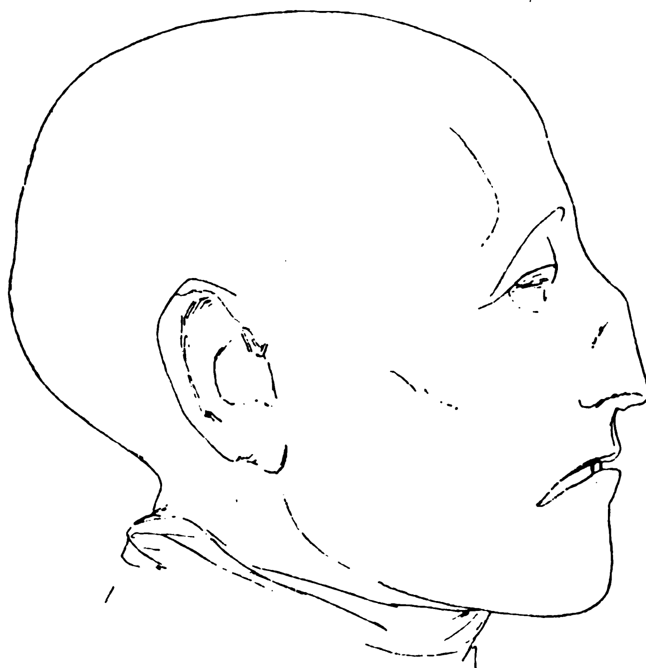
Vorderansicht (Mumie).

Stirn niedrig, etwas schräg gestellt, mit nur schwachen Wülsten. Gesicht oval, hoch und schmal, leptoprosop (Index 103.0). Wangenbeine angelegt, nur wegen der Zusammentrocknung der Weichtheile scheinbar vortretend. Nase sehr gross, an der Wurzel schmal und wenig tief, der Rücken stark vorgebogen, aquilin, an der Grenze der knorpeligen Theile stark abgesetzt, Flügel schmal, Scheidewand niedrig, Index 47.5, offenbar leptorrhin. Zähne ziemlich vollständig, orthognath, wenig vortretend. Unterkiefer gross. Kinn hoch, fast dreieckig, breit und vortretend. Hals auffallend lang und mager. Finger und Nägel lang. Der Holzdeckel des Mumienkastens abgebildet bei MASPÉRO Pl. 8, die Gesichtsmaske Pl. 9.

6. Ramses III, der Rhampsinit der Griechen, der zweite König der 20. Dynastie, etwa 70 Jahre alt, ursprünglich beigesetzt in dem von BRUCE entdeckten Grabe im

Ramses III.

Fig. 10.



Seitenansicht (Mumie).

Bab-el-Moluk. Wie es scheint, stand dieser Pharao in einem Verwandtschafts-Verhältniss zu Nachkommen von Ramses II. In der That erinnert seine Mumie in ihrer ganz modernen Gesammterscheinung an die von Seti I. Der noch erhaltene innere Mumiendeckel ist ähnlich, nur zeigt er eine am Rücken eingebogene Nase. Die äussere Hülse gehörte ursprünglich Nefert-ari an. Der Kopf (Fig. 9 u. 10) ist von kräftigem Aussehen, die Stirn gross und hoch, mit schwachen Wülsten besetzt. Der Scheitel hoch. Auch dieser Kopf ist dolichocephal (Index 73.9) und wahrscheinlich orthocephal (Ohrhöhenindex 63.5). Das Gesicht ist stark entstellt dadurch, dass man, wahrscheinlich bei der Einbalsamirung, die Mundwinkel durch lange, schräg nach unten gerichtete Schnitte verlängert hat. Der Gesichtsindex (89.6) erreicht fast die Leptoprosopie, dagegen hat die grosse und gekrümmte Nase einen verhältnissmässig hohen Index (58.9), abhängig von der grösseren Breite der Nasenflügel. Die Oberlippe ist viel kürzer als die der früheren Könige. Die Kiefer orthognath. Das Kinn hoch angesetzt und etwas eckig. Körperlänge $1^{m}683$. —

Dieser Beschreibung der Königsmumien füge ich kurze Angaben über den von der Mumie eines jungen Mannes der 21. Dynastie (etwa 900 vor Chr.) in Theben abgeschnittenen Kopf an, den ich der Güte des Hrn. Brugsch-Bey verdanke. Derselbe macht im Ganzen einen höchst eleganten, fast stutzerhaften Eindruck. Die langen glänzenden bräunlichschwarzen Kopfhaare sind in so sorgsam hergestellten Spirallöckchen um den Kopf gelegt, dass man die Arbeit des Friseurs deutlich erkennt. So gleicht der Haarschmuck fast den Perrücken der Könige, an denen die Spirallöckchen allerdings einen ganz ornamentalen Charakter angenom

men haben. Um das feine Gesicht zieht sich ein schöner, die Backe, die Oberlippe und das Kinn bedeckender Bart aus welligem, bräunlichem Haar. Die kleinen Ohren sind halb verdeckt. Der Kopf selbst ist mesocephal (Index 77.7) und wahrscheinlich zugleich orthocephal (Ohrhöhenindex 62.9). Die Stirn breit, aber niedrig, mit ziemlich starken Wülsten. Das Gesicht zart, fast leptoprosop (Index 89.8). Backenknochen mässig vortretend. Nase stark vorspringend, wahrscheinlich früher aquilin, von etwas hohem Index (58.9). Orthognathes Gebiss. Kinn schmal, leicht dreieckig, unten etwas ausgebuchtet. —

Eine Übersicht der Messungen und Indices folgt in Tabelle I am Schlusse. —

Wenn man die vorstehenden Beschreibungen überblickt, so erhellt sofort, dass in der körperlichen Bildung dieser hervorragenden Persönlichkeiten kein einziger Zug hervortritt, der auch nur entfernt an eine Beimischung von Negerblut erinnert. Die einzige Eigenschaft, welche man in dieser Beziehung hervorheben könnte, ist die, dass der Schädelindex der eigentlichen Ramessiden dolichocephal ist, während der Index der früheren und der späteren Schädel nur mesocephale Maasse ergiebt. Allein, abgesehen davon, dass die Neger auf den aegyptischen Bildern jener Zeit beständig mit einem rundlichen Kopfe abgebildet wurden, ist ein Index von 73.9 und von 74.0 doch noch kein Beweis für Neger-Abstammung. Gegen dieselbe spricht alles Übrige, insbesondere das glatte, lange, wellige, zuweilen lockige Haar, die orthognathe Kieferstellung, das mehr oder weniger zur Leptoprosopie neigende Gesicht, die Lage, Stellung und Form der Augen und vorzugsweise die schmale, hohe Nase, deren Rücken fast durchweg eine leichte Adlerform darbietet, wie sie auch an den Wandgemälden vorherrscht, endlich das ausgeprägte, meist vortretende, häufig eckige Kinn.

Wüssten wir nicht, mit welchen Persönlichkeiten wir es zu thun haben, so würden wir kaum Bedenken tragen, die Ähnlichkeit dieser Mumienköpfe mit europäischen Köpfen anzuerkennen. Mag die Verzerrung, welche mit der Zusammentrocknung nothwendig verbunden ist, auch in hohem Grade entstellend und noch mehr abschreckend wirken, so liegt doch unverkennbar ein gewisser verwandtschaftlicher Zug in diesen dürren Gesichtern. Man kann zugestehen, dass die Civilisation einen Antheil an der Assimilation der Personen hat. Sie verwischt den Charakter der Wildheit, sie verfeinert die Formen, namentlich der Knochen, und giebt den Zügen einen edleren Ausdruck. Alles das passt auf diese Königsköpfe, aber sicherlich verdanken sie ihr Aussehen nicht allein dem Umstande, dass sie einem gebildeten Volke mit milderen Sitten angehörten; es liegt in ihrer Besonderheit un-

zweifelhaft ein Rassencharakter. Und wenn man diesen auch nicht direct einen europäischen, nicht einmal einen arischen nennen will, so kann man doch ungefähr so weit gehen, wie etwa der alte Blumenbach mit seiner kaukasischen Rasse oder wie manche Neueren mit der Aufstellung der mittelländischen Rasse.

Zu dieser gehören auch Semiten und Hamiten, also sicherlich auch die heutige einheimische Bevölkerung Aegyptens, gleichviel ob man ihr semitischen oder hamitischen Ursprung zuschreibt. Es erfordert eine viel längere Untersuchung, als bei dieser Gelegenheit angestellt werden kann, um diese schwierigen Probleme zu erledigen. Selbst die Vergleichung der alten Mumienköpfe mit der heutigen lebenden Bevölkerung setzt, um im Einzelnen durchgeführt zu werden, umfassende Vorarbeiten voraus. Ich habe eine Reihe von Messungen an Lebenden sowohl in Aegypten, als in Nubien veranstaltet und will hier nur im Allgemeinen mittheilen, dass die Kopfindices bei den einheimischen Bewohnern des Nilthals, mögen sie nun Fellachen oder Kopten oder Berber sein, ungefähr in derselben Weise zwischen Dolicho- und Mesocephalie schwanken, wie bei den Königsköpfen der Diospoliten. Alle diese Bevölkerungen sind in der Hauptmasse schlichthaarig und orthognath; ihre relativ schmalen Nasen treten stark vor und ihr Kinn ist meist kräftig entwickelt. Ich wüsste keine Eigenschaft der Köpfe anzuführen, wodurch sich der moderne aegyptische Typus von dem altaegyptischen constant unterschiede.

Zur Vergleichung will ich Messungen an den Schädeln einiger moderner Fellachen und Berber vorlegen, welche Schädel ich der Güte der HH. Schiess und Kartulis in Alexandrien verdanke (Tabelle II). Sie sind ausgezeichnet durch Orthodolichocephalie und Leptorrhinie; ihre Formen tragen durchweg die Zeichen einer civilisirten Rasse an sich und ihr Hauptunterschied unter einander beruht in der grösseren Geräumigkeit des Fellachenschädels gegenüber dem Berberschädel. In letzterer Beziehung können die Schädel der alten Könige noch weit über die der heutigen Fellachen gesetzt werden, indem die am meisten entscheidenden Maasse, der Längen- und Breitendurchmesser, sowie der Horizontalumfang, bei ihnen sehr viel grösser sind. Auch in der Höhe übertreffen die meisten der Königsköpfe die modernen Schädel, zum Theil beträchtlich, und obwohl begreiflicherweise nur die auriculare Höhe in Vergleich gestellt werden kann, so ergiebt sich doch auch bei ihr eine erkennbare Differenz. Diese ist nun freilich bei den alten Schädeln sehr variabel, was darauf hindeutet, dass gerade in Bezug auf die Höhe die individuelle Variation den grössten Spielraum hat, — eine Erscheinung, welche sich schon bei der einfachen Betrachtung mit Leichtigkeit erkennen lässt.

Ich bemerke übrigens, dass ich der Güte des verstorbenen Mariette einige chronologisch genau bestimmte Schädel verdanke, welche die Übereinstimmung der Schädel mit den Mumienköpfen darthun. Zwei derselben sind besonders interessant, weil sie derselben Localität entstammen, wo ein gewisser Theil der Mumien des Deir-el-Baḥri-Schachtes seine ursprüngliche Ruhestätte gefunden hatte, nämlich von Drah-Abu'l Neggah. Der eine derselben gehört der 18. Dynastie an, der andere der 11.; beide sind ausgemacht dolichocephal: der erste hat einen Index von 73.2, der zweite einen solchen von 73.1.

Wenngleich durch diese Zahlen dargethan wird, dass die Dolichocephalie schon bis zur 11. Dynastie zurückreicht, so kann doch nicht bezweifelt werden, dass sich ebenfalls sehr früh breitere Formen geltend machen, und es wird nur darauf ankommen festzustellen, wann sie hervortreten. In dieser Beziehung würden ein Paar sehr alte Holzstatuetten von höchster Beweiskraft sein, wenn man sich überhaupt entschliessen kann, Sculpturen dieser Zeit als maassgebende Erzeugnisse für die Anthropometrie anzuerkennen. Die eine dieser Statuetten ist die allbekannte und so viel abgebildete des sogenannten Dorfschulzen (Schêch-el-beled) im Museum von Bulaq (Nr. 3962). Diese, $1^{m}.124$ hohe, in jeder Beziehung bewunderungswürdige Figur, welche in einem Grabe von Saqqarah aufgefunden wurde und wahrscheinlich aus der Zeit der 5. Dynastie, jedenfalls aus dem alten Reiche stammt, hat den unschätzbaren Vorzug, dass sie bis auf einen kleinen Schurz unbekleidet ist und dass selbst der Kopf, der sonst an aegyptischen Statuen fast immer verhüllt und mehr oder weniger unkenntlich gemacht wurde, nur mit ganz kurzgeschorenem Haar bedeckt ist. Die Figur ist also in allen Theilen messbar und gewährt eine Zugängigkeit der einzelnen Glieder, für welche die ganze aegyptische Kunstgeschichte nur spärliche Beispiele bietet. Daraus erklärt sich auch die Popularität dieses Stückes, das von einer grossen Zahl angesehener Schriftsteller als ein wahres Musterbild der Landbevölkerung des alten Reiches dargestellt wird.

Ich weiss nicht, ob ein einziger dieser Schriftsteller sich die Consequenzen seiner Auffassung klar gemacht hat. Dazu gehört freilich, dass man sich nicht damit begnügt, die Statuette anzusehen oder gar nur ihre Photographie zu betrachten, sondern dass man sie wissenschaftlich prüft. Ich habe meine Messungen auch auf dieses Object ausgedehnt und will mir erlauben, eine kurze Schilderung desselben zu geben.

Die Statuette, welche etwas über $^{2}/_{3}$ der natürlichen Grösse misst, ist fast vollständig erhalten, nur die Füsse und ein Theil der Unterschenkel sind restaurirt. Das Holz hat trotz seines mehr als 5000jährigen Alters nur einige Längssprünge, welche auf die Messung

keinen nennenswerthen Einfluss ausüben. Der Mann, der seinen Rufnamen nur desswegen trägt, weil ein Arbeiter bei der ersten Auffindung ihn so genannt hat, ist in schreitender Stellung abgebildet, einen langen, scheinbar frisch geschnittenen, noch mit der Rinde bekleideten Stecken in der Hand; er ist nackt bis auf einen etwas tief herabhängenden Lendenschurz, dessen Zipfel eingeschlagen sind. Seine runden, fetten Formen geben ihm etwas Behäbiges, — ein Eindruck, welcher durch das Wohlwollende und die Milde seines übrigens ernsten Blickes noch verstärkt wird. Ob jemals ein Dorfschech so behäbig und wohlwollend aussah, muss ich dahingestellt sein lassen; mir will scheinen, dass der Mann eine höhere Stellung eingenommen haben müsse. Indess, was er auch gewesen sein mag, sein Gesicht hat etwas so Sprechendes, so Lebendiges, dass die besten Skulpturen der Neuzeit darin schwerlich etwas Besseres geleistet haben. Dieser Anschein des Lebens wird freilich stark unterstützt durch die sehr künstliche Ausstattung des Auges, welches in das Holz eingesetzt ist. Der Augapfel besteht aus grünlichweissem Quarz, dessen Mitte von einem Bergkrystall eingenommen wird, in welchen, als Repraesentant der Pupille, ein Bronzenagel eingefügt ist. Die Lider sind schwarz angestrichen und nach innen mit grün-patinirten Bronzestreifen belegt. Im Übrigen ist der Körper voll ausgelegt. Die Schulterbreite beträgt 297^{mm}, die Nabelhöhe 669^{mm}; letztere liegt also beträchtlich über der Mitte der Gesammthöhe, wozu vielleicht die künstlichen Füsse Einiges beitragen.

Fig. 11.

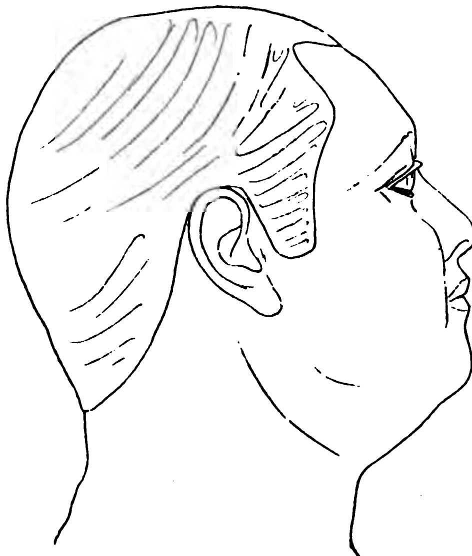


Fig. 12.



Holzstatuette des Schêch-el-beled.

Der Kopf (Fig. 11 und 12) erscheint in jeder Ansicht gerundet, also kurz, breit und hoch. Die Messung bestätigt die ausgemacht brachycephale Form = Index 85.7. Die Höhe ist leider selbst vom Ohrloche aus nicht genau zu bestimmen, da eben der äussere Gehörgang nicht weiter ausgeführt ist und der Arm des Messwerkzeuges nicht tief genug eingebracht werden konnte. Der berechnete Auricular-Index von 58.4 ist offenbar zu klein. Indess ist auch die Stirn etwas niedrig und man darf daher der Höhe nicht zu viel Bedeutung beilegen. Auch das Gesicht erscheint niedrig, breit und rundlich: der Index von 76.5 ist auffällig chamaeprosop. Die Wangenbeine angelegt. Das Auge offen und gerade gestellt. Die Nase an der Wurzel schmal und etwas eingedrückt, der Rücken kurz, aber leicht aquilin, die Spitze stumpf und etwas überhängend, die Flügel breit, daher der Nasenindex (67.4) sehr viel grösser als bei den Königen der 19. und 20. Dynastie. Die Kiefergegend orthognath. Die Lippen vortretend, kräftig, aber nicht gerade voll; das Kinn gerundet und leicht vortretend. —

Aus demselben Grabe in Saqqarah stammt noch eine zweite, leider defecte Holzstatuette in Bulaq (Nr. 1044), der Torso einer ganz nackten, gleichfalls wohlgenährten, aber doch zarten Frau, welche Hr. E. BRUGSCH geneigt ist als die Ehegattin des »Dorfschulzen« anzusehen. Die Arme, welche besonders eingesetzt waren, fehlen und der Rumpf schneidet etwas unter dem Nabel mit einer horizontalen Fläche ab. Die Entfernung vom Scheitel bis zu dem sehr flachen Nabel beträgt 500mm, ist also um ein nicht Geringes (45mm) kleiner als bei dem Dorfschulzen. Leider trägt sie eine so grosse Haarperrücke, dass von Messungen des Schädeltheils nicht die Rede sein kann; selbst die grösste Gesichtshöhe (Kinn bis Haarrand) kann nicht bestimmt werden. Das Haar der Perrücke (Fig. 13)

Fig. 13.



Holzstatuette der Frau (?) des Dorfschulzen.

ist in der Mitte gescheitelt und fällt jederseits in ganz glatten dicken Strähnen bis zum Nacken und vorn bis zur Höhe des Kieferwinkels herab; vorn und unten ist es in 3 ganz geraden Absätzen verschnitten. Die Stirn erscheint breit und niedrig. Das Gesicht hat einen kräftigen, etwas sinnlichen Ausdruck; es ist stark chamaeprosop (Index 74.1?), breit und kurz, die Wangenbeine jedoch nicht besonders vortretend. Die Augen, mit dem Ganzen aus einem und demselben Stück Holz geschnitten, sind gross und mandelförmig, der innere Winkel etwas gesenkt, der äussere gerade. Brauen stark. Die Nase verhältnissmässig lang und an der Wurzel schmal, die Spitze fein, aber an den Flügeln breit ausgelegt: Index 74.5. Der Mund sprechend, die Lippen voll, aber gebogen. Schöne Büste mit ganz jungfräulicher Bildung der Brüste. Unterer Theil des Brustkorbes enger; tiefe, aber sehr ausgesprochene Taille. —

Wie soll man nun diese beiden, einer hochentwickelten Plastik entsprechenden und daher gewiss im höchsten Grade bemerkenswerthen Stücke, welche in anthropologischer Beziehung ganz von den Köpfen der Königsmumien abweichen, wissenschaftlich deuten? Kann dies eine rein persönliche Variation, eine blosse Familieneigenthümlichkeit sein? Dass die Künstler des alten Reiches ganz zufällig eine Abweichung von dem landesüblichen Typus hergestellt haben sollten, ist um so weniger anzunehmen, als nach dem Zeugnisse aller competenter Beobachter, dem ich mich ganz anschliessen kann, diese Künstler weit mehr realistische Conception und weit mehr Sinn für feinere Plastik zeigen, als die des mittleren und des jüngeren Reiches, bei denen der Schematismus mehr und mehr Regel wird. Es muss also damals brachycephale Leute gegeben haben. Aber vielleicht waren es nur Ausnahmen? Auch darauf kann ich mit Nein antworten. Es finden sich auch andere analoge Darstellungen aus dem alten Reiche. Ich will nur die der sogenannten archaischen Periode (vor der 4. Dynastie) angehörigen 3 Relief-Holztafeln erwähnen, welche Hosi (oder Hesi) vorstellen (Nr. 1037—39 des Museums Bulaq). Aber ich brauche nicht auf künstlerische Zeugnisse zurückzugehen, die im Grunde ebenso zweifelhaft sind, wie die Holzstatuetten, von denen ich ausgegangen bin. Unter den mir seiner Zeit durch Hrn. Mariette übergebenen Mumienschädeln sind 2 aus Saqqarah, von denen der eine (a) von ihm selbst als der 4. Dynastie angehörig bezeichnet ist. Ich habe schon früher[1] darüber gehandelt und ihren Unterschied von den Schädeln von Drah Abu'l Neggah gezeigt. Bei erneuter Messung

[1] Zeitschr. für Ethnol. 1874. Bd. VI. Verhandlungen der Berliner anthropol. Gesellschaft S. 126.

finde ich den einen (a) brachycephal, mit einem Index von 81.7, den anderen mesocephal (Index 78.9).

Man wird daher entweder anerkennen müssen, dass der Schädel- und Kopftypus der ägyptischen Bevölkerung gegen das Ende des alten Reiches möglicherweise eine Änderung erfahren hat[1], oder man wird sich damit helfen müssen, dass locale Verschiedenheiten vorhanden waren, dass z. B. in Memphis eine mehr kurzköpfige, in Theben eine mehr langköpfige Bevölkerung gesessen hat. Dieses zu entscheiden wird sehr schwer sein, da das eigentliche Oberaegypten Schädelfunde aus dem alten Reiche noch sehr wenige geliefert hat, in Mittelaegypten aber die Funde aus dem mittleren Reich grossentheils verschleudert sind.[2]

Meine Darstellung wird aber nachgewiesen haben, dass im alten Reich eine wahrhaft realistische Richtung in der bildenden und darstellenden Kunst bestanden hat, welche es gelernt hatte, auch die feineren physiognomischen Regungen zu erfassen und in vollendeter Form darzustellen. Schon im mittleren Reich erscheint die Kunst einigermaassen erstarrt und in herkömmliche Schablonen eingeschnürt, so dass die Statuen und Wandbilder der Könige nur noch in sehr geringem Maasse oder gar nicht den wirklichen Verhältnissen der dargestellten Personen entsprechen. Eine gewisse Besserung zeigt sich nur unter Seti I, dessen Einfluss auf das gesammte geistige Leben seines Volkes in höchstem Maasse anregend gewesen ist und unter dessen Herrschaft die Kunstübung solche Fortschritte machte, dass man hätte glauben können, sie werde eher, als die hellenische, die höchsten Ziele des Strebens erreichen. Sonderbarerweise treten zwei schwer erklärliche Besonderheiten der hellenischen Plastik schon hier hervor: einerseits die Kürze der Oberlippe und dementsprechend des Alveolarfortsatzes des Oberkiefers; andererseits die grössere Länge der zweiten Zehe, welche über die erste und die drei letzten hervortritt. Letztere Erscheinung ist noch jetzt unter der aegyptischen Bevölkerung nicht selten, dagegen entspricht die Kürze der Oberlippe den thatsächlichen Verhältnissen nicht. Nur bei Ramses III zeigt sich eine bemerkenswerthe Kürze der Oberlippe, dagegen haben

---

[1] A. H. Sayce (The ancient empires of the east. London 1883. p. 310) spricht von einer solchen Änderung, aber er giebt gerade umgekehrt an, dass die Schädel vor der 6. Dynastie dolichocephal, die nach dem Ende des alten Reiches brachycephal waren.

[2] Es giebt im Bulaq-Museum eine Königsmumie aus Saqqarah, welche der 6. Dynastie zugeschrieben wird. Der Name des Königs wird Huni(?)-em-saf gelesen. Ich konnte sie nicht messen. Soweit ich sie in dem Glasschrank zu erkennen vermochte, ist der Körper sehr kurz und der Kopf hat keinen Unterkiefer. Der Schädel sieht lang und schmal aus; die Nasenwurzel schmal, der Rücken vortretend, an der Grenze des knöchernen Abschnittes stark eingesunken.

alle anderen, ganz besonders Ramses II und auch Seti I, lange Oberlippen.

Schon unter Ramses II, das ist jetzt wohl überall zugestanden, nimmt der Schematismus in der bildenden Kunst überhand, und vergeblich würde man sich bemühen, aus den uns so zahlreich erhaltenen Statuenköpfen und Wandbildern ein wirkliches Bild des grossen Königs zu gewinnen. Ein Blick auf die Zusammenstellung einiger der berühmtesten »Portraitköpfe« von Ramses II (Fig. 5 und 6) mit seinem Mumienkopfe (Fig. 7 und 8) zeigt die völlige Unverträglichkeit derselben. Es mag sein, dass auch noch die späteren Künstler, ähnlich wie die Münzschneider, gewisse Einzelheiten aus charakteristischen Physiognomien herauszulesen wussten, aber der Gedanke muss wohl aufgegeben werden, dass die plastische Kunst des neuen Reiches noch das Ziel verfolgte, wirkliche Portraitbilder zu liefern. Erst die späte Berührung mit der hellenischen Kunst hat darin wieder Wandel geschaffen.

Eine fernere sonderbare Erscheinung ist die, dass die einzige durchgreifende Ausnahme von dem traditionellen Schema an jenen,

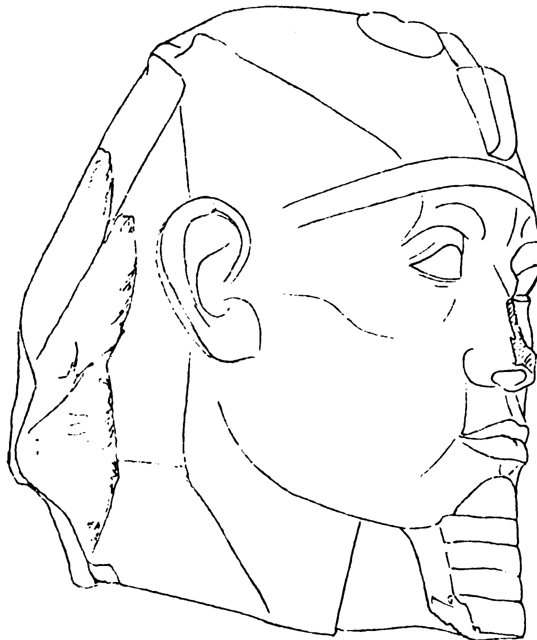
Fig. 14.



Kopf des Sphinx von Tanis im Museum von Bulaq.

auch dem Material nach so abweichenden Bildsäulen vorkommt, welche man, vielleicht mit Unrecht, den Hyksos zuschreibt. Ich lege eine lineare Nachbildung eines der Sphinxköpfe von Tanis (Fig. 14) und eine andere von dem eben erst aufgefundenen Kopfe aus Bubastis (Fig. 15) vor, dessen Photographie ich der besonderen Güte des Hrn. Naville verdanke. Die Fremdartigkeit dieser Züge ist auf den ersten Blick bemerkbar, aber ihre ethnologische Fixirung hat die grösste Schwierigkeit. Ich gebe in der Tabelle I auch die Messzahlen, welche ich von dem Sphinxkopf, Graf d'Ulst auf meinen Wunsch von dem Bubastis-Kopf nahm. Vielleicht waren die Vorbilder Turanier. Aber ich weiss nicht zu sagen, welche. Von Akkadiern in Aegypten ist bis jetzt noch keine Spur aufgefunden worden.

Fig. 15.



Kopf einer von Hrn. Naville ausgegrabenen Statue von Bubastis.

Sämmtliche lineare Nachzeichnungen der photographischen Originale sind unter meiner Leitung durch Hrn. Eyrich ausgeführt worden.

Tabelle I.

Kopfmaasse	Mumien in Bulaq						Mumie	Holzstatuette		Sog. Hyksos-Statuen			
	XVIII. Dynastie			XIX. Dynastie		XX. Dyn.	XXI. Dyn.	IV. Dynastie		aus Tanis		Mit-Fares, Fayum	Kopf aus Bubastis (Messung des Grafen d'Ulst)
	Amosis I	Thutmes II	Thutmes III	Seti I	Ramses II	Ramses III	Unbekannt ♂	Schêch-el-beled	Frau (Bulaq Nr. 1044)	Bulaq Nr. 106	Bulaq Nr. 107	Bulaq Nr. 109	
Grösste Horizontallänge	—	191	193	194	189	192	189	154	—	—	—	—	—
» Breite	—	151	151	145	140	142	147 p	132 p	—	—	—	—	—
Ohrhöhe	—	120	108	113	126	122	119	(90)	—	—	—	—	—
Entfernung des Ohrloches von der Nasenwurzel	—	115	111	110	125	132	118	95	—	—	—	—	—
Horizontalumfang	—	547	550	545	530	547	545	450	—	—	—	—	—
Stirnbreite	102	100	91	106	90	98	98	85	81	—	191	188	390
Gesichtshöhe:													
A. Haarrand } bis Kinn	150?	191	183	175	184?	183	174	129	110	—	—	—	—
B. Nasenwurzel } bis Kinn	108	120	123	125	135	121	124	88	83	—	—	—	330
C. Nasenwurzel bis Mund	72	78	86	79	87	73	78	52	54	132	134	135	235
Gesichtsbreite:													
a. jugal	140	135	132	139	131	135	138	115	112	261	263	248	—
b. malar	87	97	86	96	93	85	93	57?	58?	165	162	155	—
c. mandibular	118?	98	95	105	98	102	95	111	90?	—	—	—	—
Distanz der inneren Augenwinkel	28	32	31	36	27	28	31	24	28	62	61	65	92
Distanz der äusseren Augenwinkel	94	85	83	92	85	89	87	82	77	188	188	186	305
Nase, Höhe	56	55	55	57	61	56	56	41.5	40	107	105	100	—
» Länge	—	—	—	52	56	54	55	38	36-	—	—	—	170
» Breite	31	35	33	31	29	33	29	28	29	74	74	83?	—
» Elevation	—	—	—	25	20	14	16	14	14	—	—	—	—
Mund, Länge	45	55	57	55	57	—	40	43	40	90	90	95	145
Ohrmuschel, Höhe	—	55	53	52?	68?	59	53	47	47	—	—	—	—

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	—	79.1	78.2	74.7	74.0	73.9	77.7	85.7	—	—	—	—	—
Ohrhöhen-Index	—	62.8	55.9	58.2	66.6	63.5	62.9	(58.4)	—	—	—	—	—
Gesichts-Index (a : B)	77.1	88.8	93.1	89.9	103.0	89.6	89.8	76.5	74.1?	—	—	—	—
Nasen-Index	63.6	63.6	60.0	54.3	47.5	58.9	51.7	67.4	72.5	69.1	70.4	83.0	—

Tabelle II.

Messungen moderner Schädel	Fellachen ♂	Fellachen ♀	Berberiner
Capacität	1400	1410	1160
Grösste Länge	183	184	177
„ Breite	128 t	132 p	125 p
Gerade Höhe	137	138	129
Ohrhöhe	112	111	105
Hinterhauptslänge	43	56	52
Horizontalumfang	503	507	490
Stirnbreite	96	93	95
Entf. des For. magn. von der Nasenwurzel	107	107	107
„ „ „ „ „ dem Nasenstachel	115	113	108
Gesichtshöhe B (Nasenwurzel)	117	115	105
„ C (Mittelgesicht)	72 (Zahnrand 81)	69 (Zahnrand 79)	66 (Zahnrand 77)
Gesichtsbreite a jugal	137	124	121
„ b malar	99	94	82
„ c mandibular	99	99	81
Orbita, Höhe	33	35	33
„ Breite	39	40	40
Nase, Höhe	57	54	49
„ Breite	25	22	23
Gaumen, Länge	60	57	54
„ Breite	40	39	34

Indices.

Längenbreiten-Index	69.9	71.7	70.6
Längenhöhen-Index	74.9	75.0	72.9
Ohrhöhen-Index	61.2	60.3	59.3
Hinterhaupts-Index	23.5	30.4	29.3
Gesichts-Index (a : B)	85.4	92.7	86.7
Orbital-Index	84.6	87.5	82.5
Nasen-Index	43.8	40.7	46.9
Gaumen-Index	66.6	68.4	62.9

Über die physikalischen Eigenschaften dünner, fester Lamellen.

Von G. QUINCKE.

Die gemeinsame Grenzfläche zweier Flüssigkeiten hat das Bestreben möglichst klein zu werden. Die Kraft α_{12} welche in der gemeinsamen Grenzfläche der Flüssigkeiten 1 und 2 wirkt, hat man Oberflächenspannung genannt. Ich habe vor 18 Jahren verschiedene Methoden angegeben, um dieselbe zu bestimmen.[1]

Ähnliche Kräfte hat man nun an der Grenzfläche eines festen Körpers mit Luft oder mit einer anderen Flüssigkeit anzunehmen. Auch diese Flächen haben das Bestreben möglichst klein zu werden. Die Erscheinungen werden aber wesentlich andere bei der Grenzfläche einer Flüssigkeit und eines festen Körpers als bei der Grenzfläche zweier Flüssigkeiten, weil im ersteren Falle eine seitliche Verschiebbarkeit für die Theilchen der festen Substanz fehlt.

Während die Grenzfläche zweier Flüssigkeiten Kugeln oder Kugelschalen bildet, wenn man von der Wirkung der Schwerkraft absieht, bildet die Grenzfläche einer Flüssigkeit und eines festen Körpers Falten und unter gewissen Bedingungen cylinderförmige Gestalten oder Röhren.

Die dünnen festen Lamellen erhielt ich, indem ich Eiweiss oder wässerige Lösungen von Leim oder alkoholische Lösungen von Harzen auf Quecksilber eintrocknen liess, dessen Oberfläche mit einer Spur Fett bekleidet war.

Die Peripherie der festen Lamelle bildet dann eine Sinuscurve, die auf einer verticalen Cylinderfläche liegt, und durch radiale gerade Linien mit der Mitte der Lamelle verbunden ist. Die Peripherie der festen Lamelle liegt abwechselnd höher und tiefer als die ursprüngliche horizontale Quecksilberfläche.

Auf der Peripherie können n Erhebungen und n Vertiefungen liegen, wo n eine beliebige ganze Zahl 1, 2, 3, 20, 100 oder mehr sein kann.

[1] POGG. Ann. 139. p. 1. 1870.

Je geringer die Dicke und je grösser der Durchmesser der Lamelle ist, um so grösser ist im Allgemeinen n, um so kleiner die vertikale Höhe der Erhebungen und Vertiefungen.

Der Rand der festen Lamelle kann auch mehrfach periodisch sein. Es können z. B. gleichzeitig 2 oder 3 grosse Falten und 24 oder noch viel mehr kleine Falten an der Peripherie auftreten.

Grösse und Gestalt der festen Lamellen ist von der Oberflächenspannung der fettigen Quecksilberfläche abhängig, also von der Dicke der Fettschicht auf dem Quecksilber, der Temperatur und der Bestrahlung, so dass man an denselben Heliotropismus wahrnehmen kann.

Feste Lamellen, deren Dicke $<$ als $0^{mm}.000045$ ist, können noch die Gestalt einer Flüssigkeits-Oberfläche modificiren und eine faltige Oberfläche zeigen. Die Dicke kann also so gering sein, dass sie mikroskopisch nicht mehr wahrzunehmen ist.

Überzieht man flache Luftblasen in Wasser oder flache Quecksilbertropfen in Luft mit sehr dünnen, festen Lamellen, so wird die Gestalt der Blasen und Tropfen dadurch in ähnlicher Weise geändert, wie durch einen Überzug mit einer flüssigen Lamelle.

Dünne feste Lamellen von Leim, Harzen, Seife, Eiweiss, dünne Metallschichten bildeten cylindrische Gestalten oder Röhren an der Oberfläche von Quecksilber, Wasser, Chloroform oder fetten Ölen mit Luft oder mit anderen Flüssigkeiten, wenn die Oberfläche möglichst klein werden wollte und durch das Fehlen der seitlichen Verschiebbarkeit verhindert war, Kugelgestalt anzunehmen.

Über periodische Ausbreitung an Flüssigkeits-Oberflächen und dadurch hervorgerufene Bewegungserscheinungen.

Von G. Quincke.

1.

Eine Flüssigkeit 3 breitet sich an der Grenzfläche zweier Flüssigkeiten 1 und 2 aus, wenn durch die Ausbreitung die Oberflächenspannung der Grenzfläche verkleinert wird.

Ist die Flüssigkeit 3 mit der Flüssigkeit 1 in jedem Verhältniss mischbar, so erfolgt die Ausbreitung, sobald die Oberflächenspannung $\alpha_{13} < \alpha_{12}$ ist.

Ich habe früher gezeigt, wie man aus der Gestalt oder Höhe flacher Blasen oder Tropfen, welche eine Flüssigkeit 2 in einer Flüssigkeit 1 bildet und aus der Abnahme der Höhe bei der Ausbreitung die Oberflächenspannungen α_{12} und α_{13} bestimmen kann.[1]

So breitet sich Alkohol an der Grenzfläche von Wasser und Luft mit grosser Geschwindigkeit aus, da dadurch die Oberflächenspannung um mehr als 60 Procent erniedrigt wird.

Verdünnte wässerige Lösungen von Seife, Gummi, Ochsengalle breiten sich an der Grenzfläche von Wasser mit fetten Ölen aus, indem die Oberflächenspannung sehr bedeutend, bis zu 84 Procent, abnimmt.

Ähnlich wirkt eine verdünnte Sodalösung, indem unter dem Einfluss des Öls Seife entsteht, die sich in Wasser auflöst, und dann an der Grenze von Wasser und Öl ausbreitet.

Diese Ausbreitung lässt sich am besten studiren, wenn man einen Tropfen 2 procentige Sodalösung in eine flache Ölblase bringt, die in Wasser unter einem Planglas liegt. Nach einiger Zeit erfolgt eine heftige Ausbreitung, die Blase wird niedriger und breiter. Einzelne Öltropfen werden von der Ölblase losgelöst. Die Flüssigkeiten werden nach dem Ausbreitungscentrum hin und von diesem fort-

[1] Pogg. Ann. 139. p. 28. 1870.

gerissen. Dadurch entstehen Wirbelbewegungen im Öl und in dem umgebenden Wasser, die in dem zähen Öl viel bemerklicher sind, als in dem weniger zähen Wasser.

Ich habe ferner nachgewiesen,[1] wie ein Tropfen Öl in einer verdünnten Sodalösung durch fortwährende Bildung von Seife, Auflösung der Seife, Ausbreitung der gebildeten Seifenlösung an der Grenze von Öl und wässriger Flüssigkeit und Wiederholung dieses Vorganges Formänderungen zeigt, die mit denen einer Amöbe grosse Ähnlichkeit haben. Gleichzeitig wird ein Theil des Öls in eine Emulsion übergeführt, indem durch die periodische Ausbreitung Ölfäden von der grösseren Ölmasse losgerissen werden, die dann in viele sehr kleine Ölkugeln zerfallen. Ein Überzug von Seifenlösung hindert das Zusammenfliessen der Ölkugeln und sichert die Beständigkeit der Emulsion.

Seit jener Zeit habe ich die periodische Ausbreitung näher untersucht und gefunden, dass von ihr eine Reihe auffallender Bewegungserscheinungen abhängen, auch solche, die in der Natur eine grosse Rolle spielen.

Ähnlich wie Sodalösung wirken alle Arten Eiweiss, Hühnereiweiss, Blutserum, Saft von zerquetschten Spargeln u. s. w. Ein Tropfen Eiweiss in eine flache Blase von Mandelöl, Rapsöl, Leberthran gebracht, die in Wasser unter einem Planglas liegt, bildet in der Kuppe der Ölblase eine kleinere Blase, die ihre Gestalt ändert und binnen 1 bis 2 Minuten sich plötzlich an der Oberfläche der Ölblase ausbreitet. Die Ölblase wird dabei niedriger und breiter. Die Oberflächenspannung kann durch diese Ausbreitung um 40 bis 80 Procent abnehmen.

Unter Umständen werden auch einzelne kleinere Ölkugeln von der grösseren Ölblase abgespalten und ein Theil des Öls in eine Emulsion übergeführt.

Der Grund dieser Ausbreitung ist in einer Substanz zu suchen, die durch Einwirkung des Eiweiss auf das Öl entsteht, sich in Wasser löst und ausbreitet, ähnlich wie die aus Soda gebildete Seife des oben beschriebenen Versuchs wirkt und die ich im Folgenden Eiweissseife nennen werde, wobei es unentschieden bleiben mag, ob es wirklich eine Seife ist.

2.

Lässt man durch einen hohlen Glasfaden sehr langsam einen dünnen Strahl Alkohol an eine Luftblase in Wasser unter einem Plan-

[1] Pflügers Archiv. 1879. p. 136.

glas treten, so zuckt die Luftblase periodisch in Zwischenräumen von 0.1 bis 10 Secunden, je nachdem der Alkohol schneller oder langsamer zufliesst. Diese Zuckungen können stundenlang fortdauern.

Berührt der unter Wasser zufliessende Alkoholfaden die Oberfläche der Luftblase, so breitet sich der Alkohol plötzlich auf der Luftblase aus, die Luftblase wird niedriger und breiter. Die plötzliche Ausbreitung reisst das Wasser nach dem Ausbreitungscentrum hin, der Alkoholfaden reisst und der Zufluss des Alkohols hört auf. Nach einiger Zeit lösst sich der ausgebreitete Alkohol in dem umgebenden Wasser auf, der Zufluss des Alkohols stellt sich wieder her, die Ausbreitung erfolgt von Neuem u. s. f. Der Zufluss des Alkohols zur Grenzfläche von Wasser und Luft wird durch die Zuckungen der Luftblase periodisch.

Bei zu geringer oder zu grosser Zuflussgeschwindigkeit des Alkohols bleiben die Zuckungen der Luftblase aus.

Man kann die Luftblasen bei diesem Versuch auch in Wasser zwischen 2 horizontale Glasplatten legen.

Sind die Luftblasen leicht beweglich, so bewegen sie sich bei jeder Ausbreitung nach der Seite hin, von der der Alkohol herkommt, weil der capillare Druck durch die Ausbreitung auf dieser Seite verkleinert wird.

Dieser Versuch erklärt die gesetzmässigen Bewegungen, welche die Bildung von Niederschlägen harziger Körper aus Weingeist begleiten und welche von E. H. WEBER beschrieben worden sind.[1]

E. H. WEBER brachte Brennspiritus zwischen ein Deckglas und einen Objectträger und an den Rand des Deckglases einen Tropfen in Wasser zerriebenes Gummi Gutti. Das Wasser breitet sich mit dem Farbstoff unter dem Deckglas aus. Mit dem Mikroskop sieht man im Alkohol eine Reihe Luftbläschen, auf welche das Wasser mit dem Gummi Gutti langsam zuströmt. Zu beiden Seiten der Stelle, wo der Farbstoff an die Luftblasen herantritt, entstehen Wirbelbewegungen, die längere oder kürzere Zeit andauern und den Farbstoff in besonderer Weise anordnen.

Die Luftblasen entstehen durch Contraction bei der Mischung von Alkohol und Wasser aus der absorbirten Luft in der Mischzone beider Flüssigkeiten. Der Alkohol tritt langsam an die Luftblase heran, breitet sich an der Oberfläche der Luftblase aus und erzeugt in der umgebenden Flüssigkeit dabei Wirbelbewegungen. Durch Zusatz von Canadabalsam zum Alkohol wird die Zähigkeit der Flüssigkeit und dadurch die Deutlichkeit der Wirbelbewegungen vermehrt.

---

[1] POGG. Ann. 94, S. 447. 1855.

Der ausgebreitete Alkohol wird von der umgebenden Flüssigkeit aufgelösst, es erfolgt eine neue Ausbreitung mit Wirbelbewegungen u. s. f. Man beobachtet also periodische Ausbreitung, ähnlich wie bei dem oben beschriebenen Versuch mit einer flachen Luftblase unter einem Planglas, und periodisch auftretende Wirbelbewegungen, die den Farbstoff in besonderer Weise anordnen. Je nach der Zähigkeit oder Beweglichkeit der umgebenden Flüssigkeit kann die Anordnung der Farbetheilchen modificirt werden.

E. H. Weber hat ferner eine 2. Classe Bewegungserscheinungen beschrieben in linsenförmigen Spiritusträpfchen, die etwas Gummi Gutti enthalten, auf einem trockenen Objectträger liegen und langsam verdampfen.

Diese Bewegungserscheinungen 2. Classe erklären sich dadurch, dass der Alkohol am Rande schneller verdampft als in der Mitte der Tropfenoberfläche. Die Oberflächenspannung wird am Rande grösser, als in der Mitte, und die Flüssigkeit an der Oberfläche von der Mitte nach dem Rande gezogen. Dadurch entsteht eine periodische Ausbreitung und Wirbelbewegungen im Innern des linsenförmigen Alkoholtropfens. Verdampfung und Ausbreitung erfolgen an der ganzen Tropfen-Peripherie nicht gleichmässig. Es wechseln Stellen mit grosser und kleiner Verdunstung und Ausbreitungsgeschwindigkeit. Die entstehenden Wirbelbewegungen häufen den Farbstoff an bestimmten Stellen an. Wo 2 Wirbel mit entgegengesetzter Rotation an einander stossen, fehlen die Farbetheilchen, und werden helle Linien auf dunklem Grund sichtbar, die gerade Linien oder Curven bilden und dem ganzen Tropfen ein eigenthümliches Ansehen geben können.

3.

Aus Mandelöl und Chloroform wurde ein Ölgemisch hergestellt, dessen specifisches Gewicht wenig grösser als das des Wassers war.

Lässt man auf die horizontale Grenzfläche des Ölgemisches mit Wasser einen Tropfen zweiprocentige Sodalösung fallen, so beobachtet man kurze Zeit darauf eine Ausbreitung der gebildeten Seifenlösung und gleichzeitig zwei Wirbel im Wasser, die demselben kreisförmigen Wirbelring angehören.

Ähnliche Wirbel traten auch im Öl auf und sind durch die im Öl und Wasser vertheilten festen Seifentheilchen leicht wahrzunehmen. Sie beeinflussen sehr wesentlich die Bewegung des Öls und des Wassers in der Nähe des Ausbreitungscentrums, wie folgende Versuche lehren.

Kugeln aus dem Gemisch von Chloroform und Mandelöl wurden an die Trennungsfläche von Wasser und einer Kochsalzlösung von etwas grösserem specifischen Gewicht gelegt.

Lässt man aus einem hohlen Glasfaden in das ruhige Wasser in der Nähe der Ölkugel ein wenig zweiprocentige Sodalösung austreten, so kommt die Sodalösung allmählich mit der Öloberfläche in Berührung. Es bildet sich etwas Seife und nach 1 bis 3 Minuten erfolgt eine Ausbreitung der gebildeten Seifenlösung auf der Oberfläche der Ölkugel. Die Ölkugel verlängert sich radial. An der Stelle des Ausbreitungscentrums entsteht eine Anschwellung oder Ausstülpung und nach einiger Zeit nimmt die Ölmasse wieder Kugelgestalt an. Die Gestaltsänderung hat grosse Ähnlichkeit mit der, welche gewisse Amöben bei mikroskopischer Beobachtung zeigen.

Befindet sich die Ölkugel neben einer verticalen Wand, so bewegt sie sich auf diese zu. Ölkugeln von 25^{mm} Durchmesser, deren Oberfläche 5 bis 8^{mm} von der Glaswand entfernt ist, können durch eine einzige Ausbreitung an die Wand herangezogen werden, wenn das Ausbreitungscentrum auf der Seite der vertikalen Wand liegt.

Kleinere Ölkugeln zeigen, auch ohne dass eine Wand in der Nähe ist, eine kleine dauernde Verschiebung nach der Seite eines seitlich gelegenen Ausbreitungscentrums. Die Verschiebung kann mehrere Millimeter betragen und ist um so grösser, je schwerer beweglich die umgebende Flüssigkeit ist, je näher sich die Ölkugel am Boden des Wassergefässes befindet.

Liegt das Ausbreitungscentrum an der höchsten oder tiefsten Stelle der Ölkugel, so wird die Kugel bei der Ausbreitung gehoben oder gesenkt, und kehrt, nachdem die Anschwellung in der Nähe des Ausbreitungscentrums verschwunden ist, wieder in die ursprüngliche Lage zurück.

Man kann diese Ausbreitung oder die Anschwellungen und Verschiebungen der Ölkugel periodisch machen, indem man die Sodalösung aus einem sehr dünnen Glasfaden continuirlich ausfliessen lässt unter Wasser in der Nähe der Ölkugel.

Fliesst die Sodalösung vertical zur Kuppe der Ölkugel, so sieht man in regelmässigen Zwischenräumen an der Kuppe der Ölkugel eine Anschwellung entstehen und verschwinden. Dabei hebt sich die Ölkugel und senkt sich wieder. Die Zeit zwischen zwei Zuckungen der Ölkugel nimmt allmählich zu, die Anschwellungen und Bewegungen werden kleiner und hören schliesslich ganz auf. Bei einer Ölkugel von 8^{mm} Durchmesser erfolgten die ersten Zuckungen in Zwischenräumen von 25 Secunden; naeh 18 Zuckungen in Zwischenräumen von 3 Minuten.

Der Zufluss der Sodalösung wird durch die mit der Ausbreitung verknüpften Wirbelbewegungen periodisch, ähnlich wie der Zufluss des Alkohols bei dem oben beschriebenen Versuch an einer Luftblase in Wasser.

Trifft der feine Faden Sodalösung die Ölkugel seitlich, so erfolgen die Anschwellungen und Verschiebungen der Ölkugel nach dem seitlich gelegenen Ausbreitungscentrum hin.

Mit der Zähigkeit des Öls und des umgebenden Wassers, der Beweglichkeit der Öloberfläche, die immer mehr durch gebildete feste Theilchen verunreinigt wird, und dem Zufluss der Sodalösung wechselt natürlich die Geschwindigkeit, mit der die Seife entsteht, sich löst und ausbreitet, oder die Zuckungsperiode der Ölkugeln.

Bringt man die Sodalösung zwischen zwei Ölkugeln in nicht zu grosser Entfernung von einander, so marschiren dieselben nach einiger Zeit, wenn die Ausbreitung der gebildeten Seifenlösung erfolgt, auf einander zu und vereinigen sich zu einer einzigen Ölkugel.

Ähnlich wie an Ölkugeln verlaufen die Erscheinungen an hohlen mit Wasser gefüllten Ölblasen. Dabei wird die Ölhülle in der Nähe des Ausbreitungscentrums bei jeder Ausbreitung dünner und die Abnahme der Dicke kann bei grösserer Energie der Ausbreitung leicht so weit gehen, dass die Ölschicht durchbrochen wird und die Ölblase platzt.

Die Oberfläche der Kugeln aus dem Gemisch von Chloroform und Mandelöl wird nach einiger Zeit schwerer beweglich, indem sie sich mit einer sehr dünnen festen Haut überzieht. Dadurch wird die Beweglichkeit des Öls verringert, die Anschwellungen am Ausbreitungscentrum werden niedriger, die Formveränderungen erfolgen langsamer, die Verschiebungen werden kleiner. Schliesslich bildet sich eine zweite kleinere Ölkugel am Ausbreitungscentrum, die mit der grösseren Kugel verwachsen ist, ähnlich wie zwei zusammengewachsene Kartoffelknollen.

Die eben beschriebenen Versuche gelingen auch mit Olivenöl und wässerigem Alkohol von gleichem specifischen Gewicht, oder wenn man filtrirtes Hühnereiweiss statt Sodalösung in das Wasser in die Nähe der Öloberfläche bringt.

Die durch Ausbreitung der Eiweissseife entstehenden Anschwellungen und Bewegungen sind aber kleiner und hören eher auf, als bei Anwendung von Sodalösung, weil die durch Einwirkung des Öls entstandene Eiweissseife sich weniger leicht in der umgebenden Flüssigkeit auflöst und verbreitet, als die aus Sodalösung entstandene Seife.

4.

Protoplasmabewegung.

Die Ausbreitung von Eiweissseife an der Berührungsfläche fetter Öle mit Wasser ist nun die Ursache der Protoplasmabewegung bei Pflanzen und niederen Thieren.

Die Zellen der Pflanzen enthalten im Allgemeinen in einer festen Hülle, der Zellhaut oder der Zellwand, ein Gemenge verschiedener Eiweissstoffe mit Wasser, festen Körnchen, Stärke, Chlorophyll, Fetttröpfchen u. s. w.

An diesem Zellinhalt lassen sich drei Theile unterscheiden, die äussere glashelle Hautschicht des Protoplasmas, das körnige Protoplasma und eine wässerige, leicht bewegliche Flüssigkeit im Innern, der Zellsaft.

Die glashelle, schleimige Hautschicht enthält Schleimklümpchen, ist nach aussen scharf begrenzt durch den Plasmaschlauch und liegt mit diesem an der Zellwand an.

Bei den Zellen vieler Pflanzen (Elodea, Nitella, den Staubfadenhaaren von Tradescantia, den Wurzelhaaren von Trianea bogotensis) sieht man die Hautschicht und die Körnerschicht des Plasmas in einer wälzenden Bewegung. Die schleimigen, klebrigen Plasmamassen werden mit bald grösserer, bald kleinerer Geschwindigkeit parallel der Wand fortgeschoben und ziehen gleichsam die eingeschlossenen festen Körnchen mit sich fort. Die in der Nähe des Plasmaschlauches bewegten Plasmamassen durchlaufen dabei in sich selbst geschlossene Bahnen. Ausser dieser Rotation genannten Bewegung des wandständigen Plasmas beobachtet man noch hin- und herlaufende Circulationsbewegungen des Plasmas, längs der festen Fäden oder Bänder, welche, frei durch den Saftraum ausgespannt, das wandständige Protoplasma mit dem den Zellkern umhüllenden Protoplasma verbinden.

Die Bewegung des Plasmas dauert noch fort, wenn man die Pflanzenzelle in wässerige Lösungen von Kalisalpeter, Kochsalz, Rohrzucker oder Glycerin bringt. Der Plasmaschlauch löst sich an einzelnen Stellen oder überall von der Zellwand los, indem die Salzlösung dem Zellinhalt Wasser entzieht. (Plasmolyse).[1]

Sehr häufig zeigen die losgelösten Stellen des Plasmaschlauches dabei scharf begrenzte kreisförmige oder kugelförmige Ränder, an denen man mit den stärksten Vergrösserungen keine Falten erkennen kann.

---

[1] PRINGSHEIM, Untersuchungen über den Bau und die Bildung der Pflanzenzelle. Berlin 1854.

Die convexe oder die concave Seite dieser kugelförmig begrenzten Räume kann dem Innern der Zelle zugewandt sein, je nachdem der Plasmaschlauch sich von der Zellwand loslöst oder daran haften bleibt.

Zeigt die Oberfläche des von der Zellwand losgelösten Plasmaschlauches Falten, so verschwinden diese meist, wenn man die Salzlösung wieder durch Wasser ersetzt und von Neuem Wasser durch den Plasmaschlauch zu dem Innern der Zelle treten lässt.

Beim Wiederaufquellen des Plasmaschlauches können dann nach Aussen concave kugelige Begrenzungsflächen eben werden und in nach Aussen convexe Begrenzungsflächen übergehen.

Bei der Plasmolyse können die Plasmamassen in zwei oder mehrere durch Kugelabschnitte oder Kugeln begrenzte Abtheilungen (Vacuolen) zerfallen, die sich bei der Quellung wieder nähern und wieder zu einem von einem einzigen Plasmaschlauch umhüllten Raume vereinigen können.

Unter Umständen können die beiden Abtheilungen beim Aufquellen auch nicht zusammenfliessen und durch eine ebene Fläche getrennt bleiben, wie zwei gleich grosse Seifenblasen, die man mit einander in Berührung bringt.

Man muss aus diesen Erscheinungen mit Rücksicht auf die physikalischen Eigenschaften fester und flüssiger dünner Lamellen schliessen, dass der Plasmaschlauch aus einer sehr dünnen flüssigen Membran besteht, welche den schleimigen und wässerigen Inhalt der Zelle in einer geschlossenen Oberfläche umhüllt, ähnlich wie bei einer Seifenblase die Luft von einer dünnen Haut aus flüssigem Seifenwasser eingeschlossen ist.

Die Substanz dieser Membran muss eine Flüssigkeit sein, welche in Wasser Tropfen bildet. Da von allen bekannten Stoffen der organischen Natur nur Öle diese Eigenthümlichkeit zeigen, so muss der Plasmaschlauch aus fettem Öl oder flüssigem Fett bestehen.

Die Dicke dieser Ölschicht kann so gering sein, kleiner als $0^{mm}.0001$, dass man sie mikroskopisch nicht mehr wahrnehmen kann.

Die Protoplasmabewegung hat ihren Grund in der periodischen Ausbreitung von Eiweissseife an der inneren Oberfläche der Ölhaut, die den Plasmaschlauch bildet.

Das in der Hautschicht der schleimigen Plasmamassen enthaltene Eiweiss muss unter Einwirkung des absorbirten Sauerstoffs mit dem Öl des Plasmaschlauches in der oben unter 1. geschilderten Weise Eiweissseife bilden, die sich an der gemeinsamen Grenze von Öl und wässeriger Flüssigkeit ausbreitet. Durch die Ausbreitung werden Theilchen aus dem Innern des Öls und der wässerigen Flüssigkeit an die gemeinsame Grenzfläche gezogen. Es kommen frische Massen Öl

und Eiweiss in Berührung, aus denen sich wieder nach einiger Zeit Eiweissseife bildet, auflöst und ausbreitet.

Die Ausbreitung erfolgt mit grösserer Energie nach der Seite der gemeinsamen Grenzfläche, welche die grössere Beweglichkeit hat und welche am wenigsten durch Eiweissseife von der vorhergehenden Ausbreitung verunreinigt ist. Die periodische Verschiebung regelt sich also so, dass eine einseitige Verschiebung der schleimigen Plasmamassen an der Grenze von Öl und wässeriger Flüssigkeit auftritt, wie ich es auch bei der Ausbreitung von Eiweiss an der Grenze von Öl und Wasser künstlich habe hervorrufen können.

Es stellt sich also auf der ganzen geschlossenen Oberfläche eine scheinbar continuirliche, in Wirklichkeit stossweise auftretende Verschiebung der schleimigen Protoplasmamassen her in einer geschlossenen Bahn an der inneren Oberfläche des Plasmaschlauches, die Rotationsbewegung des Plasmas.

Wird ein Theil der gebildeten und ausgebreiteten Eiweissseife in der umgebenden Flüssigkeit aufgelöst, so begünstigt dies die periodische Ausbreitung.

Die Energie der Ausbreitung und die Grösse der Verschiebung bei jeder einzelnen Ausbreitung hängt von der Geschwindigkeit ab, mit der die Eiweissseife sich bildet, auflöst und ausbreitet, also auch von der Zähigkeit des Öls und der schleimigen Plasmamassen, die durch die Ausbreitung nach der Grenzfläche oder der festen Zellwand hingezogen werden.

Bei zu hoher und zu niedriger Temperatur muss die Plasmabewegung ausbleiben, wie man es in der That beobachtet hat.[1]

Die Plasmamassen können bald rechts bald links herum an der Oberfläche des Plasmaschlauches verschoben werden, je nachdem zufällig die ersten Verschiebungen ausfielen.

Die schleimigen Plasmamassen ziehen die festen Körnchen, Stärke, Chlorophyll u. s. w. mechanisch mit sich fort, welche aber hinter den schleimigen Plasmamassen selbst zurückbleiben. Die leicht bewegliche Flüssigkeit im Innern der Zelle wird unbedeutend oder gar nicht mitgerissen. Dadurch erklärt sich die Anordnung der verschiedenen Schichten, die man in dem wandständigen Protoplasma unterschieden hat.

Die von zwei Flüssigkeiten absorbirte Luft scheidet sich immer an der gemeinsamen Grenze ab, wenn man zwei Flüssigkeiten mit einander in Berührung bringt, wie ich schon früher nachgewiesen habe.[2] Der

[1] I. SACHS, Flora 1864. S. 65—68. — W. KÜHNE. Protoplasma 1864. S. 100—103.
[2] POGG. Ann. 139. S. 19. 1870.

in Öl und Eiweiss absorbirte Sauerstoff wird also, wenn durch die Ausbreitung frische Mengen von Öl und Eiweiss mit einander in Berührung kommen, sich an der Grenzfläche abscheiden und hier die Bildung der Eiweissseife begünstigen. Fehlt der Sauerstoff, so hört die Bildung der Eiweissseife und die Ausbreitung auf, die Protoplasmabewegung stockt, wie Hr. KÜHNE[1] in der That nachgewiesen hat.

Eine Reihe anderer, mehr nebensächlicher Erscheinungen ist mit dieser Theorie der Protoplasmabewegung in voller Übereinstimmung, wie die plötzlichen Verschiebungen des von der Zellhaut losgelösten Plasmaschlauches nach einem oder dem anderen Ende der länglichen Zelle, indem der capillare Druck der kugelförmigen Endflächen durch Ausbreitung geändert wird; die Bildung neuer kleiner Vacuolen an der Stelle, wo der Plasmaschlauch beim Aufquellen reisst; die Winkel von 120°, unter denen die Grenzflächen zweier benachbarter Vacuolen sich schneiden; die stossweise Bewegung des körnchenführenden Zellinhalts nach dem Platzen eines Plasmaschlauches durch periodische Ausbreitung an Stellen des Plasmaschlauches, die noch an der Zellwand haften; dass der Plasmaschlauch für bestimmte chemische Verbindungen wie Säuren leicht durchgängig ist, während er Salpeter, Kochsalz, Zucker nicht durchlässt;[2] dass Inductionsschläge, welche mit Wasser gefüllte Ölblasen nach meiner Erfahrung zum Platzen bringen, auch die Protoplasmabewegung zerstören.[3]

Ich habe ferner gefunden, dass von fetten Ölen umgebenes festes Eiweiss Wasser aufnimmt und flüssig wird, wenn das Öl mit Wasser in Berührung gebracht wird; dass dabei Bewegungen wahrzunehmen sind, die von periodischer Ausbreitung herrühren und der Protoplasmabewegung sehr ähnlich sind; dass endlich mit Salzlösung gefüllte Ölblasen in Wasser ihr Volumen vergrössern und mit Wasser gefüllte Ölblasen in Salzlösung ihr Volumen verkleinern.

5.

Eine wesentliche Rolle bei der Protoplasmabewegung spielt ferner das feste Eiweiss, welches entsteht, sobald eiweisshaltige Flüssigkeit mit Sauerstoff in Berührung kommt.

Lässt man filtrirtes Hühnereiweiss in einem hohlen Glasfaden hin und herlaufen, so bilden sich an den Enden »Schwänze« oder

---

[1] W. KÜHNE, Protoplasma 1864. S. 105.
[2] PFEFFER, Osmotische Untersuchungen. 1877. S. 127, 135, 157.
[3] W. KÜHNE, Protoplasma 1864. S. 96.

Luftblasen mit spitzen und faltigen, statt mit kugelförmigen Grenzflächen. Diese Erscheinung beweist das Vorhandensein dünner fester Häutchen, die sich im Wasser oder wässerigem Eiweiss wieder auflösen können. Die festen Häutchen können so dünn sein, dass sie mikroskopisch nicht mehr wahrnehmbar sind. Sie bilden sich um so eher unter sonst ähnlichen Bedingungen, je mehr festes Eiweiss die Flüssigkeit enthält, und scheinen in vielen Gebieten der Natur eine bedeutende Rolle zu spielen.

Da die absorbirte Luft an der Grenze von Öl und wässeriger Flüssigkeit, also an der inneren Oberfläche des Plasmaschlauches, abgeschieden wird, so entstehen hier aus dem Eiweiss der Hautschicht des Plasmas feste Eiweissfäden, oder feste Eiweissbänder. Diese machen die Ölschicht des Plasmaschlauches unbeweglicher und verzögern das Zerreissen der Ölhaut bei der Ausbreitung der Eiweissseife. Bei der Plasmolyse erscheint daher der von der Zellhaut losgelöste Plasmaschlauch oft runzlig. Beim Wiederaufquellen löst das zutretende Wasser diese festen Eiweissfäden, die Falten des Plasmaschlauches verschwinden und die flüssige Membran nimmt glatte Kugelgestalt an, wie es die Eigenschaften flüssiger Lamellen verlangen.

Ab und zu werden feste mit Öl benetzte Eiweissbänder von dem Plasmaschlauch durch die Ausbreitung losgerissen und setzen sich an anderen Eiweissfäden fest. Ausserdem hängt der Zellkern durch ölbekleidete feste Eiweissfäden mit dem festen Eiweiss des Plasmaschlauches zusammen.

An der Oberfläche der dünnen Ölschicht dieser freiständigen festen Eiweissbänder findet nun auch eine Bildung von Eiweissseife und periodische Ausbreitung statt, wie an der inneren Fläche des Plasmaschlauches. Diese periodische Ausbreitung zieht einen Theil der schleimigen Plasmamassen nach dieser Öloberfläche hin. Dies erklärt die Circulationsbewegung des Plasmas.

An demselben festen Eiweissband kann die Öloberfläche durch neugebildete feste Eiweissfäden unterbrochen werden. Man kann an demselben freiständigen Eiweissband gleichzeitig zwei Bewegungen in entgegengesetzter Richtung und von sehr verschiedener Geschwindigkeit beobachten, wie ich auch mit dem Mikroskope an der Grenze von fetten Ölen und Eiweiss zwei solche entgegengesetzte Bewegungen häufig wahrgenommen habe.

Diese festen Eiweissfäden können sich nun bilden, wo sich reichlich Sauerstoff findet, oder lösen, wo sie mit wässerigem Zellsaft in Berührung kommen. Dadurch erklärt sich das wechselnde Bild, welches die freiständigen Plasmafäden mit Circulationsbewegung im Innern der Zellen bieten.

Manchmal zerreissen mehrere der freiständigen Plasmafäden. Der Ölüberzug der anderen Fäden will dann möglichst kleine Oberfläche annehmen, vereinigt sich mit dem Öl des Plasmaschlauches und zieht den Zellkern schnell nach der Zellwand hin.

In fetten Ölen sind Substanzen löslich, welche bei Zutritt von Wasser aus dem Öl abgeschieden werden, welche dann Wasser anziehen, kugelförmig begrenzte Hohlräume und an der Grenzfläche mit dem Wasser sehr dünne, feste Häute bilden — die letzteren wahrscheinlich unter dem Einfluss des hier abgeschiedenen Sauerstoffs der absorbirten Luft. Ich möchte diese Substanzen auch für Eiweiss halten und will sie vor der Hand auch Eiweiss nennen.

Es würde also Eiweiss in fetten Ölen und umgekehrt fette Öle in Eiweiss löslich sein.

Dieses im Öl des Plasmaschlauches lösliche Eiweiss muss an der äusseren Oberfläche der dünnen Ölhaut des Plasmaschlauches, feste Bänder bilden, die mit den oben besprochenen Eiweissbändern der inneren Öloberfläche ein Netzwerk bilden und den Plasmaschlauch an der Zellhaut festhalten. Bei der Plasmolyse werden diese festen Eiweissbänder an einzelnen Stellen gelöst oder zerrissen, an denen sich dann der Plasmaschlauch von der Zellhaut trennen kann.

Bei der Plasmolyse bildet die Oberfläche des ganzen Plasmaschlauches oder der aus ihm entstandenen Vacuolen ganz genau Formen, wie sie bei Ölkugeln oder Ölblasen im Wasser wahrzunehmen sind, wenn im Öl kleine feste Theilchen oder feste Membranen vertheilt sind.

Jedenfalls spielen dünne Öllamellen und die Ausbreitungserscheinungen auch bei der Entstehung, Neubildung und Theilung der Zellen, die immer einen Kern oder eiweissartige Substanz enthalten, eine entscheidende Rolle.

6.

In ähnlicher Weise wie an Pflanzenzellen kann man im Innern oder an der Oberfläche von niederen Thieren (Amöben, Infusorien) Bewegungserscheinungen beobachten, die sich durch Ausbreitung von Eiweissseife an der Grenzfläche von fetten Ölen mit wässeriger Flüssigkeit erklären lassen.

Die Formänderungen und Bewegungen von Amöben unter einem Deckglas oder auf einem Objectträger zeigen die allergrösste Ähnlichkeit mit den in 1 und 3 besprochenen Formänderungen und Bewegungen von Ölmassen in der Nähe einer festen Wand.

Wahrscheinlich bildet sich in den lebenden Thieren an einzelnen Stellen Eiweissseife, die sich auf der Grenzfläche an flüssigem Fett und Wasser ansammelt. Für den Überzug mit Fett spricht die Kugelform, die viele dieser Thiere annehmen können.

Eine mit Öl bekleidete schleimige Masse bewegt sich unter Wasser nach der Stelle hin, wo Soda oder Eiweiss in grosser Verdünnung in Wasser vertheilt die Öloberfläche trifft. Die ölbekleideten schleimigen Massen legen sich dabei an feste oder schwer bewegliche Wände an, ziehen im Wasser vertheilte feste Körnchen in das Öl oder in die vom Öl bedeckten schleimigen Massen hinein.

Eiweisshaltige Nahrung muss also in das Innere solcher ölbekleideten schleimigen Thiere hineingezogen werden, wie wir es in der That in der Natur wahrnehmen.

Dabei können mikroskopisch nicht mehr wahrnehmbare Ölschichten diese Erscheinungen hervorrufen. Und Fetttröpfchen findet man in jedem Protoplasma.

Die Fädchenströmung oder Körnchenbewegung an Pseudopodien würde sich, wie die Circulationsströmung an den freiständigen Fäden im Innern von Pflanzenzellen erklären, sobald man die wahrscheinliche Annahme macht, dass die Pseudopodien mit einer dünnen Ölhaut bedeckt und die Körnchen eiweisshaltig sind.

Die stossweise Bewegung von Diatomeen in Wasser erfolgt in einer Weise, als ob das Thier mit einer unmerklich dünnen Ölschicht bedeckt wäre, auf welcher plötzlich eine Ausbreitung (von Eiweissseife) stattfände.

Im Innern von Stentor und ähnlichen Thieren zeigen sich kugelförmige mit körnchenfreier oder körnchenhaltiger Flüssigkeit gefüllte Hohlräume oder Blasen (Vacuolen), deren Grenzflächen dieselben Gesetzmässigkeiten zeigen, wie Seifenwasserlamellen. Aus einem verletzten Thiere treten Plasmamassen aus in das umgebende Wasser und bilden neue kugelige Blasen nach ähnlichen Gesetzen, die sich vergrössern, platzen oder zu grösseren Blasen vereinigen. Die in das Wasser ausgetretenen schleimigen Massen haben das Bestreben Kugelform anzunehmen und zeigen dabei ganz dieselben Erscheinungen, wie festes Eiweiss, das an der Grenze von Öl und Wasser Ölblasen bildet, periodische Ausbreitung zeigt und schleimige Fäden bildet, die sich zu kugelförmigen Massen zusammenziehen.

Bei Lembadion bullinum habe ich pulsirende Vacuolen, mit körnchenfreier Flüssigkeit gefüllte kugelige Blasen, gesehen, die sich vergrösserten, und nach dem Ausgang eines kleinen Kanals im Thierleib zusammenzogen. In der Umgebung der grossen Vacuole entstanden eine oder mehrere kleine neue Blasen, die sich vergrösserten, zusammen-

flossen und wie die erste grössere wieder nach dem Ausgang des kleinen Kanals zusammenzogen. Die Vacuolen änderten dabei vor der Vereinigung ihre Lage in der umgebenden Plasmamasse.

Lange Zeit bildeten sich kleine Vacuolen, die sich alle 11 Secunden entleerten, dazwischen einige Zeit grössere Vacuolen, deren Entstehung und Entleerung 17 Secunden dauerte.

Eine faltige Oberfläche, die auf das Vorhandensein einer festen Membran hingedeutet hätte (und die ich bei Vacuolen anderer Thiere wahrgenommen habe), habe ich an diesen Vacuolen niemals sehen können, auch nicht mit den stärksten Vergrösserungen.

Es machte die Erscheinung auf mich den Eindruck, als ob mit Öl bekleidete hygroskopische Eiweissmassen durch die Ölhaut hindurch Wasser aufgenommen und Blasen gebildet hätten, die dann stets zum Platzen gebracht wurden durch Eiweissseife oder eine andere ähnliche Substanz, welche sich im Ausgang des kleinen Kanals gebildet hatte.

Abgesehen von der Geschwindigkeit, mit der die Diffusion von Statten ging, würde der Vorgang ganz analog denjenigen sein, die man an ölbedecktem Eiweiss in Wasser oder dem Plasmaschlauch der Pflanzenzellen beim Wiederaufquellen nach der Plasmolyse beobachtet.

Schliesslich möchte ich nicht unterlassen, an dieser Stelle den HH. Askenasy, Blochmann, Bütschli, Kühne, Pfitzer und Pringsheim, welche mir in der liebenswürdigsten Weise die Durchführung dieser Untersuchungen erleichtert haben, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Ausgegeben am 19. Juli.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.
XXXV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

19. Juli. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Dilthey las über die Möglichkeit einer allgemein gültigen pädagogischen Wissenschaft.

Der Abdruck erfolgt umstehend.

2. Hr. Brunner überreichte im Namen der Verfasser die Schrift: Un consulto d'Azone dell anno 1205 ora per la prima volta publicato da Luigi Chiappelli e Ludovico Zdekauer. Pistoja 1888.

Über die Möglichkeit einer allgemeingültigen pädagogischen Wissenschaft.

Von W. Dilthey.

Die hervorragenden pädagogischen Systeme beanspruchen das Ziel der Erziehung, die Werthe der Lehrgegenstände und die Methoden des Unterrichts allgemeingültig, sonach für ganz verschiedene Völker und Zeiten, zu bestimmen. Herbart und Schleiermacher, Spencer und Bain, Beneke und Waitz stimmen hierin überein. Solche Ansprüche der Systeme müssen die radicale Neigung befördern, die ein einförmiges Ideal ohne Rücksicht auf die Verschiedenheit der Nationen und das Bedürfniss der Staaten dem bestehenden Schulwesen aufdrängen möchte. So wird ein Irrthum in der pädagogischen Theorie zu einer Gefahr für unser Schulwesen. Auf dem engeren und stilleren Gebiet der Schule wiederholt sich in unseren Tagen, was sich im achtzehnten Jahrhundert auf der Bühne des Staatslebens abspielte. Eine abstracte, mit falschem Anspruch auf Allgemeingültigkeit auftretende Theorie wirkt revolutionär und zersetzend auf die geschichtlichen Ordnungen der Gesellschaft. Aus diesem Verhältniss empfängt die Kritik unserer heute herrschenden Pädagogik eine erhebliche praktische Bedeutung.

I.

Die wissenschaftliche Rückständigkeit der herrschenden pädagogischen Systeme.

Die heutige Pädagogik entstand im 17. und 18. Jahrhundert und ist ein Theil jenes natürlichen Systems, welches damals als Naturrecht, als natürliche Religion oder Theologie und als allgemeingültige Moral, Ästhetik und politische Oekonomie sich entwickelt hat. Als das Wachsthum der Naturwissenschaften und die Ausbildung der weltlichen Monarchie das europäische Bildungsideal umgestalteten und nun die neue höfische und naturwissenschaftliche französische Bildung alle Begabteren mit ihrem Zauber an sich zog: musste für das erweiterte Material des Lernens in dem Leben und den Köpfen der Jugend durch einfachere Methoden Raum geschafft werden. Zugleich war nun in den neuen Methodenlehren von Bacon, Descartes und ihren Genossen das Hülfsmittel geschaffen, eine Didaktik als Methodenlehre des Unterrichts zu begründen. So entstand die allgemeingültige Didaktik des

17. Jahrhunderts. Ihr Grundgedanke war: es giebt einen natürlichen Gang der Ausbildung unserer Intelligenz durch den Unterricht, und dieser geht von Erfahrungen zu abstracten Wahrheiten, von der lebendigen Sprache zu den Regeln derselben, von der nächsten Umgebung des Kindes zur Orientirung im Weiten. Von diesem natürlichen System des Unterrichts schritt dann das 18. Jahrhundert zu dem der gesammten Erziehung fort. Die natürliche Entwickelung und die Vollkommenheit der Person wurden nun auf dieser Grundlage für das Jahrhundert Ziel und Princip der ganzen Erziehung. Trapp, Schwarz und Niemeyer haben zuerst auf dieser Grundlage regelrechte pädagogische Systeme geschaffen.

Konnten diese und die ihnen folgenden pädagogischen Systeme ihren Anspruch, die Erziehung allgemeingültig aus Grundsätzen zu regeln, auch verwirklichen? Eine Pädagogik, welche solchen Ansprüchen genugthun will, muss von der Ethik die Kenntniss ihres Zieles empfangen und von der Psychologie die Kenntniss der Einzelvorgänge und Massregeln, in denen die Erziehung dies Ziel zu erreichen strebt. So wird sich fragen, was diese beiden Wissenschaften für die Pädagogik zur Zeit leisten können.

Nur aus dem Ziel des Lebens kann das der Erziehung abgeleitet werden, aber dies Ziel des Lebens vermag die Ethik nicht allgemeingültig zu bestimmen. Dies kann schon aus der Geschichte der Moral erkannt werden. Was der Mensch sei und was er solle, erfährt er erst in der Entwicklung seines Wesens durch die Jahrtausende und nie bis zum letzten Worte, nie in allgemeingültigen Begriffen, sondern immer nur in den lebendigen Erfahrungen, welche aus der Tiefe seines ganzen Wesens entspringen. Dagegen hat sich jede inhaltliche Formel über den letzten Zweck des Menschenlebens als historisch bedingt erwiesen. Kein moralisches System hat bisher allgemeine Anerkennung erringen können. Derselbe Schluss kann aus der psychologischen Analyse abgeleitet werden. Da wir ein metaphysisches welterklärendes Princip von unbestrittener Geltung nicht besitzen, so können Principien des sittlichen Lebens nur aus den lebendigen Regungen und Trieben abstrahirt werden, dergleichen die Sympathie, das Streben nach Vollkommenheit und Glück und das Gefühl der Verpflichtung in gegenseitiger Bindung sind. Aber die begriffliche Fassung dieser Antriebe und die Verbindung der so entstehenden Formeln zu einem Ganzen ist immer eine Interpretation derselben, und eine solche Interpretation ist stets als ein ethisches Ideal oder System historisch bedingt oder begrenzt. Ja diese Regungen selber, zusammengesetzt wie sie sind, sind geschichtlich in ihrer Beschaffenheit wie ihren Stärkeverhältnissen veränderlich. Dasselbe lässt sich endlich noch tiefer erkenntnisstheoretisch begründen. Das sittliche Urtheil ist nicht eine Aussage, welche durch die Sinnfälligkeit der Wahr-

nehmung oder durch die Evidenz der Verknüpfung im Denken gewährleistet wäre. Der moralische Satz ist niemals in dem Sinne allgemeingültig, in welchem ein logischer oder ein mathematischer Satz es sind. Die Verurtheilung einer Handlung ist vielmehr entweder ein Gefühl, eine Willensregung, welche sich in dem Thäter selbst gegen seine Handlung wendet, oder eine Art von Repulsion, die von den umgebenden Willen ausgeht. Und zwar zeigt dieser Widerstand des Gefühls und Willens, den wir als Verurtheilung bezeichnen, sehr charakteristische Unterschiede. Wenn der, durch eine förmlich geäusserte Versprechung Gebundene diese Bindung seines Willens durch die übernommene Pflicht missachtet, findet er sich aus dem Bezirk ausgeschlossen, in welchem gegenseitig auf Treue und Pflicht gerechnet wird. Wenn aber ein Wille dem Wohlwollen und der Sympathie, die wir fremden Leiden entgegenbringen, sich nicht überlässt, sondern diese in Gefühl und Handlung verletzt, findet sich derselbe aus der gegenseitigen Hülfsbereitschaft und Theilnahme ausgeschlossen, wie sie die kleineren und grösseren Kreise der menschlichen Gesellschaft umschlingt. Und wenn endlich in einem Willen das Streben nach Entfaltung und Vervollkommnung erstorben ist, dann wird er nur durch eine mildere Art von Missbilligung aus dem Kreise Derer, in denen solches Streben energisch wirkt, ausgeschlossen. Und nicht nur der Kreis, welcher ausschliesst, sondern auch die Art und Weise der Repulsion ist in diesen drei Grundfällen eine ganz verschiedene. Sätze oder Regeln, welche aus solchen Willensvorgängen abstrahirt sind und daher nach ihrem Gefühls- oder Willensgehalt einen ganz verschiedenen Ursprung und Werth haben, können nicht in allgemeingültiger Weise zu einem moralischen Princip vereinigt werden, ja sie erschöpfen überhaupt nicht in allgemeingültiger und eindeutiger Weise den Gehalt der Willensvorgänge. Denn die Verbindlichkeit, welche diese Sätze oder Regeln aussprechen, hat in den angegebenen verschiedenen Fällen einen ganz verschiedenen Sinn und Werth. Sie drücken Realitäten aus, von denen jede in der moralischen Organisation des Menschen für sich steht. So ist es unmöglich, sie durch blosse logische Operationen zu dem Ganzen eines Moralsystems zu verbinden. Das sittliche Leben selber, von dem inhaltlichen Zusammenhang einer Cultur aus, verknüpft sie zu höheren Gebilden. In dem sittlichen Leben entsteht dem Willen eine solche inhaltliche Einheit, in welcher seine einzelnen Regungen und die mit ihnen verknüpften Gefühle ineinander verwoben werden. Aber in dies Gewebe tritt der concrete Lebensgehalt einer Zeit und eines Volkes ein. Mag dann ein Dichter diese im Willen gestaltete Einheit als Lebensideal aussprechen, oder ein Philosoph als höchstes Gut,

als sittliches Princip: sie finden nur das Wort für das, was die Geschichte geschaffen hat. Die Normen des poetischen Schaffens, welche zeitlos aus der Natur des Menschen entspringen, verknüpfen sich in der dichterischen Arbeit von Generationen zu der Technik einer bestimmten poetischen Epoche. Derselbe Vorgang findet in dem sittlichen Leben statt, und auch was hier als Lebensideal, höchstes Gut, sittliches Princip entsteht, ist ein Inhaltvolles, durch den ganzen Gehalt des geschichtlichen Lebens Bedingtes: es ist historisch erwachsen und historisch eingeschränkt.

Die Pädagogik ist zweitens von der Psychologie abhängig. Von ihr empfängt sie die Erkenntniss, wie die Einzelvorgänge im Seelenleben einer den anderen erwirken, und damit die Möglichkeit, in diesen Causalzusammenhang absichtlich durch Maassregeln der Erziehung einzugreifen. Die wissenschaftliche Psychologie, welche den Causalzusammenhang mit den Mitteln der Beobachtung und des Experimentes erforscht, ist noch in der ersten Jugend. Die Psychologie der classischen Erziehungslehre im 18. Jahrhundert war eine Vermögenslehre. Ihr war das Bewusstsein eine Bühne, auf welcher, wenn das Stichwort fällt, Witz, Verstand, Begierden auftreten: sie streiten, eine Seelenkraft unterstützt die andere, eine Seelenkraft unterwirft die andere, bald findet ein Monolog, bald ein Duo oder Trio zwischen ihnen statt, sie verschwinden wieder hinter den Coulissen und warten bis ihr Stichwort sie zurückruft. Die auf eine solche Lehre gegründete Pädagogik gelangte nur zu ganz unfruchtbaren Anweisungen: entwickele Deine Kräfte, aber keine derselben einseitig und im Übermaass; gebrauche dieselben, doch missbrauche sie nicht. Diese ganze Theorie von den Seelenvermögen bildete nur die in der Sprache und dem gebildeten Umgang erwachsenen allgemeinen Vorstellungen durch, und so reichten auch ihre Leistungen niemals über eine edle Popularität hinaus. Dann entsprang die Reform der Psychologie durch Herbart eben in dem Bedürfniss der Pädagogik, die Vorstellungen als Kräfte zu behandeln und die Erscheinungen des Seelenlebens aus den gesetzlichen Beziehungen dieser Kräfte zu einander abzuleiten. Die fundamentale Hypothese dieser Psychologie ergab sich Herbart schon aus den pädagogischen Erfahrungen Pestalozzi's. Von da ab blieb die Psychologie mit der Erziehungslehre in engem Zusammenhang. Aber einige für die Pädagogik unentbehrliche Parthien, wie die Lehre von den Gefühlen und dem Willen, sind bis jetzt einer strengeren wissenschaftlichen Behandlung nicht zugänglich geworden. So kann und wird Psychologie einmal Grundlage der Pädagogik, Pädagogik einmal angewandte Psychologie sein, aber noch ist nicht abzusehen, wann die Seelenlehre so hohen Anforderungen wird entsprechen können.

Aus dieser Stellung im Zusammenhang der Wissenschaft erklärt sich das Schicksal der Pädagogik. Sie empfing ihr Ziel vom leiten-

den sittlichen Gedanken des 18. Jahrhunderts, dass das letzlich Werthvolle in allem Lärm der Geschichte und der Gesellschaft die Auffassung der Individuen sei. Dies Princip trat als eine absolute und allgemein gültige Wahrheit auf, war aber nur der Ausdruck der Denkweise des 18. Jahrhunderts. Die Pädagogik empfing andrerseits von der Methodenlehre und Anthropologie des 17. und 18. Jahrhunderts die Regel für die Erziehung des Individuums, dass der Fortgang der Entwickelung von Anschauung zu Begriff, von Thatsachen zu Abstractionen gehen müsse. Doch ist diese Regel in ihrer Unbestimmtheit für die Auflösung der tieferen pädagogischen Fragen nicht ausreichend. So waren die pädagogischen Formeln des 18. Jahrhunderts begrenzt und von relativem Werthe, als der abstracte Ausdruck für das Lebens- und Erziehungsideal jener Tage und als die Anwendung einer nur ganz unzureichenden Psychologie. Denn das ist überhaupt die den Erfindern solcher Formeln nicht bewusste Ironie der Geschichte, die Comödie, welche sie mit ihnen aufführt: sie müssen das Leben und die Kenntniss eines begrenzten geschichtlichen Kreises aussprechen, während sie sich über Ort und Zeit zur Region des Allgemeingültigen in ihrem abstracten Fluge aufzuschwingen wähnen. Und diese Unmöglichkeit eines allgemeingültigen pädagogischen Systems, das die Erziehung zu leiten vermöchte, wird auch durch die weitere kurze Geschichte der Erziehungslehre bestätigt. Trapp, Niemeyer und Schwarz versuchten nur die Erfahrungen der grossen Reformzeit von einem sittlichen Grundgedanken aus zu ordnen und durch die Vermögenslehre in Verbindung zu bringen. An der strengen Wissenschaftlichkeit der Erziehungslehre verzweifelnd, flüchteten sie sich in jene edle Popularität, die das Kennzeichen misslingender Wissenschaftlichkeit ist, und sie banden nur in ihren Bestimmungen über das Erziehungsziel die schönsten Blumen vom Felde des sittlichen Lebens, Glückseligkeit, Vollkommenheit, ethische Persönlichkeit, Ebenbildlichkeit zu einem freundlichen Kranze zusammen. Dann hat Herbart zuerst eine wissenschaftlich begründete Pädagogik aufzustellen versucht. Die von ihm und Beneke, von Waitz und Willmann angestellten Untersuchungen über Interesse, Aufmerksamkeit, Sinnlichkeit, Gedächtniss und Denken haben für die Didaktik des 17. Jahrhunderts die feste psychologische Unterlage nachträglich aufgefunden. Für diesen didaktischen Theil der Erziehungslehre ist das Ziel der Erziehung klar und deutlich erkennbar gegeben in der Ausbildung der Intelligenz zu einem Zusammenhang, welcher der Wirklichkeit entspricht. Auch war innerhalb der Lehre von der Intelligenz zuerst die psychologische Analysis gelungen. Dagegen ist die Psychologie dieser Schule nicht im Stande gewesen, die Einzelvorgänge,

die in der Erziehung von Gefühl und Wille zusammenwirken, in befriedigender Weise analytisch darzustellen, und die ethischen Formeln HERBART's befriedigen so wenig als die von KANT oder von SCHLEIERMACHER. Dann ist in der neuesten Zeit von den Engländern und ihren deutschen Anhängern die utilitarische Auffassung des Lebens zu Grunde gelegt worden. BAIN und Andere begründeten die Benutzung dieser Auffassung in der Pädagogik darauf, dass dieser niederste und mindeste Zweck des Lebens von keiner Schule geleugnet werden könne, gleichviel ob ausser ihm höhere Zwecke bestünden. Aber sie verkannten, dass die Ausschliessung eines Zweckes aus dem Erziehungsplan gerade so bestimmend auf die Construction der Erziehung wirkt als die Setzung eines solchen. Auch die Hoffnung HERBERT SPENCER's, eine Abmessung des Erziehungswerthes der Lehrobjecte aus der Anwendung des utilitarischen Princips auf die Bildung des Individuums zu gewinnen ist trügerisch. Denn indem HERBERT SPENCER für jedes Individuum gleichförmig in utilitarischer Atomistik diese Rechnung ansetzt, erhält er einen Zögling, der vor Allem Medicin erlernen muss, um für seine Gesundheit, sein höchstes Gut, als Medicinalpfuscher zu sorgen, ferner politische Oekonomie, um seine Capitalien rationell anzulegen, und man würde sich nicht wundern, wenn er diesen von ihm erfundenen Robinson inmitten der Gesellschaft auch kochen lernen liesse. Die Erziehungswerthe der Lehrobjecte können eben nur aus der Arbeitstheilung und den Bedürfnissen, wie sie in einer gegebenen Gesellschaft bestehen, abgeleitet werden. Diese aber ist immer geschichtlich bedingt und begrenzt.

Diese abstracte und allgemeingültige pädagogische Wissenschaft, in allen ihren bisherigen Gestalten, ist die Genossin der natürlichen Theologie und des Naturrechts, der abstracten Nationaloekonomie und Staatslehre. Während die historische Schule sonst überall längst das natürliche System verdrängt und eine geschichtliche Auffassung herbeigeführt hat, ist die Pädagogik allein rückständig geblieben. So ist sie eine Anomalie in der gegenwärtigen Wissenschaft. Die Missachtung, mit der man ihr begegnet, beruht auf dem richtigen Gefühl, dass sie eine Wissenschaft im modernen Verstande noch gar nicht sei. Sie meistert die grossen geschichtlichen Gestalten des Erziehungswesens, welche aus dem Ethos der einzelnen Völker hervorgegangen sind: blind gegen den geschichtlichen Tiefsinn und das sinnvolle Gefüge dessen was ist. Doch kann diese Pädagogik auch nicht im Sinne der historischen Schule durch eine Analyse der geschichtlichen Formen des Unterrichtswesens ersetzt werden. Noch ist die Aufgabe eben erst angegriffen, das archivalische und gedruckte Material, Schulordnungen, Schulbücher, alsdann die gedruckten Aussagen von Privat-

personen über Ergebnisse der Erziehung, zu unserer Kenntniss des Culturzusammenhangs in Verhältniss zu setzen. Aber so werthvoll rein historische Arbeit aus diesen Materialien sein wird: wir wollen doch schliesslich nicht nur wissen, wie die Dinge gewesen sind; unsere Zeit, wie jede andere bedarf Regeln des erziehenden Handelns. Wenn die historische Schule nur die Kunde dessen, was gewesen ist anstrebt, so kann sie das vernichtete natürliche System nicht ersetzen. So findet sich auch auf diesem Gebiete, wie auf den verwandten der Ethik, der Poetik, der politischen Oekonomie, die Wissenschaft vor der Frage: an welchem Punkt entspringt aus der Erkenntniss dessen was ist, die Regel über das, was sein soll?

II.

Eigenschaften des Seelenlebens, welche ein System von Regeln der Erziehung ermöglichen.

Regeln des menschlichen Handelns können zunächst bedingt, sonach von anderen Regeln oder Zwecken abhängig sein. Solche Regeln sind die der Erziehung; denn diese ist nicht Zweck für sich, sondern sie dient der Entfaltung des Seelenlebens als Mittel. Oder Regeln sind der Ausdruck einer Richtung des Willens, welche von einem nicht weiter rückwärts bedingten Zweckinhalte bestimmt ist. In solchen Regeln muss der Zweck des Lebens dargestellt werden. Nun ist bisher ein solcher letzter Zweck des Lebens aus der metaphysischen Ordnung der Welt nicht auf allgemeingültige, allgemein anerkannte Weise abgeleitet worden, und es scheint auch nach den bisherigen Erfahrungen dazu keine Aussicht in absehbarer Zeit vorhanden zu sein. Sonach kann nur in dem Seelenleben selber eine Teleologie aufgesucht werden, deren Ausdruck jeder allgemeingültige Satz über den Zweck des Lebens und jede solche Regel des Handelns schliesslich sein muss.

Jedes empfindende, bewegliche Geschöpf sehen wir angemessen der Erhaltung, ja Steigerung der eigenen Existenz wie der Existenz seiner Gattung dahinleben. Die Handlungen, welche diesen Charakter an sich tragen, bezeichnen wir als zweckmässig. Nun könnte man sich ein Geschöpf denken, in welchem dieser Charakter von Zweckmässigkeit aus seiner eigenen Einsicht in den Causalzusammenhang zwischen seinem Organismus, der Aussenwelt und seinen Handlungen entspränge. Ein solches Geschöpf würde von seiner Geburt ab ein Wissen von der Beschaffenheit der Luft haben, in welcher es am besten athmet, und würde sich hiernach seine Luft auswählen. Es würde wissen, in welcher Temperatur es am besten gedeiht und welche Speisen ihm die gesündesten sind und sich von Kindesbeinen ab nach dieser theoretischen Kenntniss sein Leben einrichten. Das-

selbe wäre ein kleines Wunder von Intelligenz: denn die Zweckmässigkeit seiner Handlungen würde durch die Anpassung derselben an Erkenntnisse herbeigeführt, die von der Geburt ab als eine Art von Allwissenheit ihm zur Verfügung ständen. In Wirklichkeit wird in sehr verkürzter und zugleich in sehr unvollkommener Art durch unsere Gefühle dasselbe geleistet. Die Gefühle treten zwischen die Bilder oder Vorstellungen einerseits und die Willensantriebe, Bewegungen oder Handlungen andererseits. Diese Einrichtung hat einen teleologischen Charakter. Derselbe besteht in einer Structur unseres Seelenlebens, nach welcher unsere Vorstellungen und Gefühle die Triebe in's Spiel setzen und diese dann Handlungen erwirken, und zwar so, dass diese Gefühle den Werth des in der Vorstellung Aufgefassten für unser psychophysisches Wesen ungefähr, wenn auch sehr unvollkommen und eingeschränkt, ausdrücken. So sind unsere Geschmacksempfindungen von Gefühlen begleitet, welche das unbedingt und unter allen Umständen der Ernährung Schädliche als widrig abstossen. In derselben Weise lehren uns Gefühle, welche den Athmungsvorgang begleiten, schädliche Luftarten vermeiden. Schmerzen sind in diesem Zusammenhang vorwiegend Correlaterscheinungen der einem Körper schädlichen Vorgänge, und Lustgefühle entsprechen den nützlichen Vorgängen.

Auf dieser Zweckmässigkeit im seelischen Zusammenhang beruht die Möglichkeit, dass sich die Arten erhalten, und eine Steigerung der Organisation innerhalb der Lebewesen eintritt. Ebenso enthält dieser teleologische Zusammenhang die Wurzeln aller zweckmässigen Effecte im Menschenleben, Gesellschaft und Geschichte. Man kann also auch von einer Structur oder einem Typus des Seelenlebens reden, der von den niedersten Stufen des thierischen Daseins aufwärts bis zu dem Menschen reicht, und zwar werden innerhalb dieses Typus der Glieder des Zusammenhangs zwischen Reiz und Bewegung immer mehrere und die Verbindungen zwischen ihnen werden immer mannigfaltiger. So entsteht auf dem Gipfel dieser psychischen Entwickelungsreihe der Typus des Menschen. Aus dem Milieu, in welchem er lebt, stammen Reize; sie werden in Empfindung, Wahrnehmung und Denken aufgefasst und verarbeitet; diese Reize und die in ihnen erscheinenden Objecte haben ein Verhältniss zu Erhaltung, Entwickelung und Glück des Individuums, sowie zur Erhaltung der Art, und in Lust und Unlust, im Spiel der Gefühle wird der Mensch der so entstehenden Werthe der Dinge für sein Eigenleben inne; alsdann werden von diesen Gefühlen und Affecten als von Motoren die Willensvorgänge und Bewegungen getrieben, welche unser Eigenleben den Lebensbedingungen anpassen oder wo diese Bedingungen unveränderlich sind, denselben unsere Zustände accomodiren. Hiernach

besteht der Typus des vollkommenen Menschen in der Vollkommenheit dieser drei Arten von Vorgängen, in der richtigen Abmessung ihrer Stärke und in einem angemessenen Ineinandergreifen derselben. Das erste Glied dieses teleologischen Zusammenhangs ist uns in seiner Leistung ganz durchsichtig; Empfindung, Wahrnehmung und Denken beleuchten gleichsam die Objecte, an denen entlang wir uns bewegen. Das letzte Glied ist ebenfalls einfach verständlich; Trieb, Begehren, Wille breiten von den niederen Organismen ab ihre Fangarme der Wirklichkeit entgegen. Dagegen liegen in der Function unserer Gefühle die Räthsel, von deren Auflösung der Einblick in den teleologischen Zusammenhang unseres Seelenlebens einmal zu erwarten ist. Die Zergliederung findet hier Gefühle und Triebe zwar in der Form des Geschehens von einander verschieden, doch in ihrer Inhaltlichkeit nicht trennbar.

Satz 1. Gefühle und Triebe treten im Seelenleben als zusammengesetzte Zustände auf; es lassen sich in dieser Zusammensetzung bestimmte Arten auf Vorstellungen zu reagiren als einfachere Bestandtheile unterscheiden; diese gehen dann durch die Formen von Gefühl und Trieb hindurch.

So kann das Streben, die Verletzung der eigenen Daseinssphaere zu ahnden, nicht von dem in diesem Streben ihm enthaltenen Gefühl getrennt werden. Oder wenn in unserer Personalität gegründet ist, dass wir das gegebene Wort unabhängig vom Wechsel der Zeit festhalten, so ist auch hierin Gefühl und Antrieb miteinander verbunden. Wohl ist es für die innere Form des Charakters ein entscheidender Unterschied, ob in ihm Gefühle durchgehends in Handlungen überzugehen streben, oder in Ausdruck und Aussprache verpuffen, aber es verlaufen, inhaltlich angesehen, stets dieselben bestimmten Arten der Reaction auf Vorstellungen zunächst in den Gefühlen, dann in den Trieben, als in verschiedenen Formen des seelischen Geschehens. Eine solche bestimmte Reactionsweise ist es, wenn qualitative Empfindungen, denen das Interesse sich zuwendet, einen Gefühlston erhalten, wenn zwischen unseren Tonempfindungen oder Gesichtsempfindungen Contrast oder Harmonie entsteht, sowie wenn die Auffassung der Gemüthszustände anderer Personen Sympathie, Mitgefühl hervorruft.

Satz 2. Die Reactionsweisen, welche die Analyse so aus den zusammengesetzten Gefühlen und Willenszuständen aussondert, können als eine Mannigfaltigkeit von Gefühls- und Triebkreisen dargestellt werden.

So sind zunächst in unseren zusammengesetzten Zuständen die elementaren Gefühle enthalten, welche von den Empfindungsinhalten aus unter der Bedingung eines concentrirten Interesses hervorgerufen werden, und dieselben bilden als Mannigfaltigkeit des Gefühlstons der

Empfindungen einen Gefühlskreis für sich. Ferner können Gefühle, welche durch Beziehungen von Sinnesinhalten auf einander hervorgerufen werden, wie Harmonie und Contrast, Symmetrie und Rhythmus, unterschieden werden, und auch sie machen einen Gefühlskreis aus. Solche Regungen, Gefühle und Triebe entscheiden über die Art, wie sich der Mensch in der Welt fühlt und diese behandelt. Wir finden sie in dem Kinde als eine Mannigfaltigkeit getrennter Modalitäten von Gefühl und Trieb; so bilden sie die Charakteranlage des Menschen. In ihnen ist das Elementarische, Widerspruchsvolle, Irrationale der Menschennatur, doch zugleich das Machtvolle und zu einer höheren Harmonie aufwärts Strebende. Durch sie vollbringt der Mensch, was er niemals im gemeinen Lauf des Glückseligkeitsstrebens vermögen würde. Hier sind die Triebkräfte für die harte Arbeit der Person und der Menschheit; hier ist die Erdnähe des Menschen und seine Erhabenheit zugleich angelegt, das Doppelantlitz der Menschennatur, das dem tiefsinnigen PASCAL den Menschen als einen entthronten König und dem scharf beobachtenden KANT zugleich als ein Sinnengeschöpf und als ein Vernunftwesen erscheinen liess. In dieser ursprünglichen Mannigfaltigkeit sind alle unausgesprochenen Disharmonien unseres Wesens gegründet. Wir sind uns selber vermöge ihrer ein Räthsel und oftmals Anderen.

Satz 3. Diese verschiedenen Reactionsweisen des Gefühls und Triebes auf Vorstellungen sind am Anfang der seelischen Entwickelung noch nicht miteinander verbunden. Jede von ihnen wirkt, wenn auch in roher und eingeschränkter Art zweckmässig. Aber erst die Entwickelung des Seelenlebens stellt durch beständige Anpassung zwischen ihnen die Beziehungen her, durch welche dann ein vollkommener teleologischer Zusammenhang des Seelenlebens in dem Individuum und in der aufsteigenden Entwickelung des Seelenreiches und der Geschichte entsteht.

Man beobachte ein Kind! Der Trieb nach Nahrung, die Reaction auf Verletzungen, die zärtliche Hingabe treten in ihm isolirt, ohne Beziehung auf das Ganze seiner Bedürfnisse und ohne eine hierdurch ermöglichte Abschätzung ihres Werthes und Anspruchs auf. Wie Sonnenschein fliegt Zärtlichkeit über sein Gesicht und macht sogleich anderen Gefühlen und Antrieben Platz. Im Charakter des Naturmenschen ist das Unstete seiner Antriebe und Strebungen stets als besonders charakteristisch hervorgehoben worden. Aber jede dieser Regungen wirkt teleologisch. Man entferne aus dem Naturell des Kindes oder des Naturvolks die Regung der Rache, und die Schutzwehr gegen die Unbill des Lebens wäre zu schwach.

Die bisherige Pädagogik hat den in diesen Sätzen umschriebenen teleologischen Zusammenhang des Seelenlebens und die centrale Bedeutung der Gefühle und Triebe in diesem Zusammenhang noch nicht erkannt.

Ihre wissenschaftlichen Vertreter waren durchweg intellectualistisch; aber auch Lehren wie die der Kirche von der Erbsünde und die Rousseau's von der natürlichen Unschuld drücken die beiden Hälften des hier kurz beschriebenen Thatbestandes nur einseitig und summarisch aus. Es bedarf der geduldigsten psychologischen Analyse, den Thatbestand so weit darstellbar zu machen, dass der Erzieher den Zusammenhang in der Kindernatur nach seinen Bestandtheilen und Gesetzen erfassen kann. Zumal alle Frauenerziehung hat gerade hier ihren Mittelpunkt; in diesen Zügen, welche das Naturell ausmachen und aus denen der Charakter sich bilden soll.

Aus diesem teleologischen Zusammenhang des Seelenlebens lassen sich nun die Merkmale ableiten, welche den unterscheidenden Charakter der geistigen Welt verglichen mit der Naturordnung ausmachen. Diese Merkmale bilden dem entsprechend auch die fundamentalen Begriffe für das Verständniss der Erziehung und die Construction einer wissenschaftlichen Pädagogik. An den geistigen Thatsachen treten Zweckmässigkeit und Vollkommenheit auf. Sie sind Normen unterworfen, und der Lebensverlauf, der sie im Individuum und der Menschheit umschliesst, zeigt eine Entwickelung.

Die Auffassung des seelischen Zusammenhanges zeigte uns zunächst den teleologischen Charakter desselben; die mechanische Naturordnung ist auf das Causalgesetz begründet, dessen Formel ist: *causa aequat effectum*. Hier entspricht also die Wirkung genau den Ursachen, und die Beziehung der Glieder in einem gegebenen Zusammenhange erschöpft sich in dem Causalverhältniss. Im Seelenleben erfahren wir von innen ein Verhältniss der Vorgänge als einzelner Glieder in einem Zusammenhang, welcher Erhaltung, Glück und Entwickelung der Individuen, Erhaltung und Steigerung der Art und Gattung herbeiführt. Einen solchen Zusammenhang bezeichnen wir als zweckmässig. Hieraus ergiebt sich dann, dass dieser Zusammenhang und seine Glieder ihren Zweck auf mehr oder weniger vollkommene Weise verwirklichen. Diese Vollkommenheit kann dann weiter in abstracten Formeln ausgedrückt werden, und wir können dieselben jeder Entwickelung als ihre Regeln vorschreiben. Wir können die Eigenschaften desjenigen Zusammenhangs bestimmen, der seinen Zweck auf ganz angemessene Weise erfüllt, dem also der Charakter der Vollkommenheit zukommt. Wird die Vollkommenheit eines Gliedes in diesem Zusammenhang oder die Beziehung der Glieder in demselben allgemeingültig ausgedrückt, so entsteht eine Regel oder Norm. Und zwar verwirklicht sich in jedem Gebiete des geistigen Lebens diese Vollkommenheit durch ein System von Regeln. Diese Regeln des sittlichen Lebens, des künstlerischen Schaffens sind allgemeingültig, unabhängig von den wechselnden

geschichtlichen Bedingungen und beständig mitten in der Entwickelung. Endlich stellt sich der Charakter des Lebens, welches aus dieser teleologischen Natur der Seele entspringt, als Entwickelung dar. Wie die organische Natur auf Steigerung hinarbeitet, so die geschichtliche Welt auf Entfaltung und Entwickelung. Der elementare Untergrund dieser Entwickelung liegt in den Reactionsweisen des Trieb- und Gefühlslebens. Die mechanische Auffassung der Entwickelung, wie Montesquieu, Helvetius und Buckle sie durchgeführt haben, erklärt die Vervollkommnung des Menschengeschlechts aus dem Eintritt immer mehrerer Eindrücke aus der Aussenwelt, welche das Wissen der Völker erweitern und ihr Naturell bestimmen. Die Entwickelungslehre des deutschen Idealismus, wie Schelling, Wilhelm von Humboldt und Hegel sie durchgeführt haben, sucht die Vervollkommnung des Menschenwesens in der aufsteigenden Reihe der Ideen auf. Beide Ansichten verkennen die Bedeutung der elementaren Kräfte, die als Gefühle und Triebe die mächtige Mitte des Seelenlebens ausmachen. Jede Lage der Cultur stellt zwischen diesen elementaren Kräften wie zwischen den sinnlichen Eindrücken eine inhaltliche Verbindung her. Sie bringt das Mannigfaltige der Eindrücke und Regungen in eine Einheit. In dem Ethos eines Volkes liegt eine solche Structur, in der die elementaren Kräfte gebunden sind. So entwickelt jede Epoche einen bestimmten Typus des Menschen, und was sie erringt, wirkt in die Folge. Auf jedem Standort der Menschheit kommt doch zugleich nur eine theilweise Vereinigung zu einem vollständigen Zusammenhang des Seelenlebens zu stande; elementare Kräfte, die nicht in die Verbindung der Cultur gebracht sind, machen sich geltend: schon hierdurch ist die Lebensdauer jeder Culturstufe bestimmt.

Aus dieser Erörterung ergiebt sich, in welchem Umfange eine allgemeingültige Erziehungslehre möglich ist, aus welchen Principien sie folgt, und welche Tragweite für die Auflösung der praktischen Erziehungsfragen ihr zukommt. Wie verschieden die Gestalten der Erziehung sein mögen: die Entwickelung jedes Kindes hat die Vollkommenheit der Vorgänge und ihrer Verbindungen herzustellen, die in dem teleologischen Zusammenhange des Seelenlebens zusammenwirken. Für jeden Theil dieses Zusammenhangs giebt es eine solche Vollkommenheit der Beschaffenheit und Leistung, und diese ist die Grundbedingung aller Tüchtigkeit des Menschen. Wir sahen, dass das inhaltliche Ziel des Lebens jederzeit geschichtlich bestimmt ist. Die Vollkommenheit des Seelenlebens in seinen einzelnen Vorgängen und seinem Zusammenhang ist die allgemeine im Menschen gelegene Bedingung, an welche die Erreichung jedes inhaltlichen Zieles gebunden ist. Diese Vollkommenheit ist also unter allen Umständen

von der Erziehung anzustreben. Das Erziehungsideal einer Zeit und eines Volkes in seiner inhaltlichen Fülle und Wirklichkeit ist historisch bedingt und geartet. Dazu begegnen einander individuelle Anlage und Lebensausstattung auf der einen Seite, der entsprechende Beruf in der Gliederung der Berufsarten auf der anderen Seite, und so erst entsteht die Erziehungswirklichkeit, kraft deren ein Mensch in seiner Zeit, seinem Volke, seiner Gesellschaft sich dem ihm angemessenen Ziel seiner Leistung entgegen entwickelt. Aber für dies Alles ist die Vollkommenheit des teleologischen Zusammenhangs, den ein Seelenleben im Ineinandergreifen seiner Vorgänge bildet, die allgemeine Bedingung. Was in ihr gelegen ist, kann allgemeingültig entwickelt werden. Es ist eine Abstraction aus der geschichtlichen Lebendigkeit des Menschen, aber eben als solche einer wissenschaftlichen Darstellung zugänglich. Entsprechend ist eine pädagogische Darstellung der Mittel, durch welche diese Vollkommenheit des psychischen Zusammenhangs herbeigeführt wird, in allgemeingültiger Strenge herzustellen. Denn das gesetzmässige Erwirken eines Vorganges, in welchem sich ein solcher psychischer Zusammenhang ausbildet, ist uns mehr oder weniger ausreichend bekannt, und so können die Maassregeln, welche die Erziehungskunst praktisch tastend und versuchend für die Herstellung desselben aufgefunden hat, überall psychologisch beschrieben und an vielen Punkten erklärt und ergänzt werden. Die Formel, welche der Ausbildung eines bestimmten Theils innerhalb des psychischen Zusammenhangs den Gang und seine Hülfsmittel vorschreibt, nennen wir eine pädagogische Regel. Sofern eine solche Formel ein einzelnes wirkendes Element, z. B. die unwillkürliche Aufmerksamkeit oder den Factor der Wiederholung im Behalten nach den Bedingungen seines Wirkens darstellt, kann sie als Princip bezeichnet werden. Die Zahl solcher pädagogischen Principien ist unbestimmt, da die Zahl der Theile unbestimmt ist, in welche der Zusammenhang pädagogischen Wirkens aufzulösen ist. So hat sich uns die Möglichkeit einer allgemeingültigen Pädagogik ergeben; in der Vollkommenheit der Vorgänge und ihrer Verbindungen, die in der Teleologie des Seelenlebens verbunden sind, hat sie eine sichere allgemeingültige Unterlage; in der Description der Analysis und Regelgebung vermag sie den Charakter strenger Sicherheit zu erreichen. Was hier von der Pädagogik aufgezeigt ist, gilt ebenso für die anderen Geisteswissenschaften, welche das Leben leiten sollen. So haben wir nun die Aufgabe, die wir uns stellten, gelöst, und in dem, was ist, einen Grund für das, was sein soll, gefunden, in der Wirklichkeit einen Grund der Regel.

Aber hiermit ist nun auch das ganze Gebiet einer allgemeingültigen Pädagogik umschrieben. Es ist eng, und Sätze, welche die grossen schwebenden Erziehungsfragen entschieden, wachsen nicht

auf ihm. Handelt es sich darum, wie diese pädagogischen Wirkungselemente zu dem Zwecksystem der Erziehung in einer gegebenen Zeit und einem bestimmten Volke sich verknüpfen, soll von der formalen Vollkommenheit der einzelnen Vorgänge zu dem inhaltlichen psychischen Zusammenhang in den wirklichen Seelen einer Zeit und eines Volkes fortgegangen werden: dann treten wir nunmehr erst aus dem Gebiet von allgemeingültigen Abstractionen in das von Erziehungswirklichkeiten; und diese sind immer geschichtlich und darum immer nur von relativer Geltung. Daher können keine concreten Erziehungsfragen durch eine allgemeingültige Wissenschaft aufgelöst werden.

III.

Der so bedingte Zusammenhang der Pädagogik.

Unter Erziehung verstehen wir die planmässige Thätigkeit, durch welche die Erwachsenen das Seelenleben von Heranwachsenden bilden. Der Ausdruck wird in einem weiteren Verstande gebraucht, wenn die einem anderen Ziel zugewandte Thätigkeit Erziehung als Nebenerfolg erreicht. So erzieht der Vorgesetzte in dem Amtsverhältniss, oder der Geistliche in dem Gemeindeverhältniss, ja das Leben selber erzieht den Menschen. Derselbe Ausdruck Erziehung wird in übertragenem Sinne da gebraucht, wo sich die Bildung als Effect eines Wirkens ergiebt, zu welchem ein Subject und ein bewusstes Ziel von uns ergänzt wird. In diesem Sinne ist der Mensch der Zögling der Natur, die Erde das Erziehungshaus der Menschheit und die Offenbarung die Erziehung der Menschheit selber genannt worden. Hier wird überall ein Subject ergänzt, das die Ausbildung des Menschen in planmässiger Thätigkeit erwirkt. Erziehung im eigentlichen Sinne ist dagegen auf das oben angegebene Verhältniss eingeschränkt; und zwar bildet diese planmässige Erziehung ein in sich geschlossenes System. So ist Pädagogik als die Erkenntniss dieses Systems zu bestimmen.

Zwar sind unter einem höchsten philosophischen Gesichtspunkt Bildung, Vollkommenheit, Entfaltung und Glück des Menschen der eigentliche Zweck aller Institutionen. Ja, die umfassendere Betrachtung, nach welcher die Natur selber auf diesen Zweck hinarbeitet, hat ihr Recht. In diesem Sinne kann Willmann eine Bildungslehre schreiben, in einem ähnlichen Lorenz von Stein das Bildungswesen zum Gegenstand einer umfassenden wissenschaftlichen Darstellung machen. Pädagogik in diesem Verstande ist das höchste praktische Ziel, zu welchem die Philosophie leiten kann. Aber so lange die Institutionen der Gesellschaft nicht dieses Ziel als letztes und höchstes wirklich verfolgen, wird die Lehre von der Erziehung sich

auf die Thätigkeit der Erwachsenen an dem heranwachsenden Geschlechte zum Zweck der Bildung desselben einzuschränken haben.

Als Bilden bezeichnen wir jede Thätigkeit, welche die Vollkommenheit der Vorgänge und ihrer Verbindungen im Seelenleben herzustellen strebt, und Bildung nennen wir also eine solche erreichte Vollkommenheit. Dass diese Bildung als Selbstzweck zu betrachten sei, ergiebt sich aus dem dargestellten teleologischen Charakter des Seelenlebens. Ist doch jeder Begriff von Zweck und Selbstzweck nur daher entnommen, dass in dem befriedigten Zustand unserer Gefühle alle Vorgänge ihren Mittelpunkt haben. Die Ausdrücke: Glück, Werth, Zweck und Selbstzweck bezeichnen ja nur dieses teleologische Verhältniss. Das Individuum kann gar nicht ein Lebensziel sich setzen, welches nicht innerhalb seiner eigenen Gefühlszuständlichkeit läge. Und wie es durch einen Schluss der Analogie oder vielmehr durch einen Vorgang, der einem solchen Schluss aequivalent ist, von der Existenz eines fremden Seelenlebens etwas weiss, so muss es vermittels desselben Verfahrens auch in diesem fremden Seelenleben einen teleologischen Zusammenhang seiner eigenen Art voraussetzen. Es weiss, dass auch jedes andere Seelenleben sich als Selbstzweck fühlt. Und wie die Innerlichkeit (die immer dem Erinnern verwandt ist) mit der Zunahme von Bildern, Vorstellungen und ihren Verbindungen wächst, werden die Vorgänge zwischen Reiz und Bewegung vielfältig verlangsamt: das Centrum des Seelenlebens, das von Einwirkungen und Bewegungen unabhängig besteht, wird mächtiger, einheitlicher und fühlt sich selber in dieser seiner einheitlichen Selbstständigkeit: so wächst das Bewusstsein, Selbstzweck zu sein: Person, Würde, moralischer Werth werden nunmehr innerlich erfahren und an anderen anerkannt. Nun empfängt auch der Begriff der Bildung einen noch tieferen Gehalt. Wir sehen in dem Thiere den Reizen elementare Reactionen folgen, ohne dass zwischen beiden eine feste, inhaltvolle und ihrer bewusste Innerlichkeit bestände; und doch blickt uns aus den Augen des Thieres ein uns Verwandtes an, und wir fühlen das dann näher als eine Verwandtschaft der Regungen, der Triebe, der Gefühle. So entsteht ein sonderbares Verhältniss. Wir haben Mitleid mit dem leidenden Thiere und sind doch zugleich gewiss, es unseren Zwecken unterwerfen zu dürfen. Indem wir das thierische Geschöpf nach unseren Zwecken gestalten, erziehen wir es nicht, sondern richten es ab. Ebenso hat nun in der menschlichen Gesellschaft lange ein Widerspruch bestanden: das Gefühl der Überlegenheit von Rassen, Stämmen und Volksclassen höherer Stufe gegenüber den niedriger gearteten kämpfte mit dem nie ganz mangelnden Gefühl, dass Alles was Menschenantlitz trägt, auf Entfaltung und Glück Anspruch hat. Auch

der Sclave, der Leibeigene ist nur abgerichtet worden, nicht erzogen. Langsam entfaltete sich in dem Menschengeschlechte das centrale Gefühl, das in dem Satze des Christenthums liegt: liebe andere, wie dich selbst, sowie in dem Satze von Locke und Kant: Betrachte den Menschen, und zwar wie dich selbst, so auch den anderen, als Selbstzweck. Und wie dieser Satz sich entfaltete, breitete die Erziehung sich auf alle, auch die wirthschaftlich untergeordneten Classen aus.

Der erste Theil einer wissenschaftlichen Pädagogik hat Aufgaben zu lösen, welche bisher grösstentheils noch gar nicht gesehen, allesammt aber noch nicht wissenschaftlich behandelt worden sind.

Er untersucht zunächst den Ursprung der Erziehung, des Unterrichts, der Schulen und die zunehmende Gliederung des Schulwesens in der Gesellschaft. Hier gilt es, die Mittheilungen der Reisenden über die Erziehung der Naturvölker mit den ältesten Nachrichten über Erziehung und Schule bei den Culturnationen zu verbinden. Hierbei enthüllt sich eine merkwürdige Gesetzmässigkeit, in welcher gewisse Formen bei Völkern, die ganz unabhängig von einander sind, gleichmässig auftreten. Als die primitivste Form von Erziehung tritt bei weit von einander entlegenen Naturvölkern die Weihe auf, welche bei dem Eintritt der Pubertät von den Alten des Stammes den Jünglingen zu Theil wird und die mit der Einführung in die Überlieferungen dieses Stammes verknüpft ist. Eine jeder Schrift voraufgehende, rohe und doch den ganzen Menschen mit einem gewissen Tiefsinn umfassende Erziehung. Eine zweite sehr allgemein, von den Naturvölkern aufwärts, verbreitete Form von Erziehung, welche noch dem Gebrauch der Schrift voraufgeht, findet in den Priester- und Sängerschulen statt. Der Lehrling wird hier in eine Genossenschaft aufgenommen und für sie gebildet. Hier werden dann auch später die Anfänge der Schrift überliefert. Mit der Verbreitung der Schrift von Volk zu Volk und einer ausgedehnteren Benutzung derselben ist dann durchgängig das Auftreten von Schulen in unserem Sinne verbunden gewesen. Zwei Formen treten hier im Zusammenhang mit Unterschieden der socialen Gliederung auseinander. Von Sparta, Creta und den Persern sind uns zufällig Nachrichten über eine öffentliche Erziehung in dem militairisch-politischen Verbande überliefert, und es darf angenommen werden, dass auch bei anderen Völkern das Überwiegen eines solchen Verbandes über den Familienverband einmal stattgefunden und dieselbe Folge für die Form der Schulung gehabt hat. Wo sich dagegen die Selbständigkeit der Familie durchgesetzt hat, sind Privatschulen entstanden, welchen die Familie die Kinder übergiebt, oder die kirchliche Organisation hat von der Familie die Kinder in Empfang genommen. Die fortschreitende Arbeitstheilung, die Entwickelung der

wirthschaftlichen Ordnung und der Cultur steht dann in einem festen gesetzlichen Verhältniss zu einer stets zunehmenden Abzweigung der Schulen, einer wachsenden Differenzirung des Schulwesens. Heute stehen wir vor der Aufgabe, in unserem vielgestaltigen Schulwesen durch eine planvolle Unterrichtsgesetzgebung solche Beziehungen der Schulen zu einander herzustellen, dass jede individuelle Kraft ihren Weg zu dem Beruf findet, der ihr entspricht. In dem Wettkampf der Völker würde unsere Nation einen wichtigen Vorsprung gewinnen, vermöchte sie gleichsam haushälterisch in einer planvollen Oekonomie der Kräfte jede Einzelkraft zur höchsten in ihr liegenden Leistung zu bilden und in Wirkung zu setzen. Diese Aufgabe in unserem Staate zu lösen, wird es zwar nicht eines Unterrichtsgesetzes, aber doch einer einheitlichen und folgerichtigen Schulgesetzgebung bedürfen, welche wie einst die pädagogische Reformgesetzgebung von Humboldt, Süvern und ihren Genossen nach einem vorhandenen consequenten Plane verfährt.

Der erste Theil der Pädagogik hat alsdann weiter die Beziehungen zu untersuchen, in welchen Erziehung und Schulen zu den Centren der äusseren Organisation der Gesellschaft: Familie, Gemeinde, Staat und Kirche stehen. Die äussere Organisation der Gesellschaft beruht durchweg auf den Verhältnissen von Herrschaft, Abhängigkeit und Gemeinschaft: in diesem Verhältniss ist auch das Erziehungsrecht über die Unmündigen begründet. Durch den Selbstzweck im Kinde ist dieses Recht begrenzt. Auch in diesen seinen Beziehungen zu der äusseren Organisation wird das Schulwesen im Laufe der geschichtlichen Entwickelung immer complicirter. Der Überblick über die Geschichte lehrt auch hier weise Mässigung. Gegenüber der gegenwärtigen Neigung, die Schule ausschliesslich staatlich zu gestalten, wird jeder gesellschaftliche Körper nach dem Maass, in welchem er ein Element des Erziehungszweckes in einer Zeit und in einem Volke vertritt, auch an der Regelung der Erziehung zu betheiligen sein. Die Familie repraesentirt vor Allem das Element des menschlichen Glücks; die Gemeinde erstrebt die Brauchbarkeit in ihrer Wirthschaftsgemeinschaft; der Staat fordert die Fähigkeit, leistungsfähig für das Ganze zu sein, dessen Gesetz sich unterzuordnen und es maassvoll fortzubilden. Die Kirche arbeitet an dem höchsten Ziel der Person, in welchem diese einsam und gleichsam jenseitig sich der Gottheit gegenüber findet. So bemerkt man, wie gerade in dem Gleichgewicht dieser Kräfte, welche die moderne Gesellschaft ausmachen, die Allseitigkeit der Erziehung gesichert ist. Bemächtigte sich eine dieser herrschenden Kräfte ganz der Kinderseele, so würde die Erziehung in Einseitigkeit erstarren.

Die allgemeinsten Rechtssätze, welche aus der Natur der Sache, insbesondere aus den Beziehungen des Selbstzweckes im Kinde zu den

Centren der äusseren Organisation: Familie, Gemeinde, Staat und Kirche, entspringen und an dem Verwaltungsrecht der einzelnen Völker aufgezeigt werden können, bilden die Grundlage für das Verständniss des Verwaltungsrechtes der Schule bei einem einzelnen Volke. In dem preussischen Schulverwaltungsrecht, dessen festen Boden das Landrecht bildet, lassen sich dann durchgehende Rechtssätze aufzeigen, welche aus der besonderen Natur unseres Volkes und Staatslebens stammen.

Endlich wendet sich der erste Theil der Pädagogik gleichsam nach innen. Er betrachtet, beschreibt, analysirt das schaffende Vermögen des Erziehers und das Verhältniss dieses Vermögens zu den Anlagen des Zöglings. Dieses Verhältniss ist dem verwandt zwischen dem Staatsmann und der Gesellschaft, auf die er wirkt, zwischen dem Künstler und dem Publikum, das ihn geniesst. Aber die künstlerische Anlage würde auch walten und schaffen, wenn der Künstler allein auf einer wüsten Insel lebte. So kann man bei der Betrachtung dieses Verhältnisses von dem Genius des Künstlers ausgehen. Anders ist es mit dem Schaffen des Staatsmanns, mit dem Bilden des Erziehers. Das Werk des Erziehers ist bedingt durch die sich entfaltende Seele, auf die er wirkt. Sie regt in ihm die bildende Kraft an und giebt dieser das Gesetz. Mit dem Zögling also ist zu beginnen. Mit Recht stellt Herbart an den Beginn der Erziehungslehre den Begriff von der Bildsamkeit des Zöglings. Dieser Begriff drückt doch eine höchst zusammengesetzte Erfahrungsthatsache aus. Das Seelenleben bildet eine Entwickelung. Die Grundlage für das Verständniss dieses Satzes haben wir oben gelegt, ausgehend von dem teleologischen Charakter alles Seelenlebens. Da findet beständige Zunahme von Erfahrungselementen statt, Einübung der elementaren Processe, durch welche diese Elemente in Beziehung treten, Entstehung eines Verständnisses der Wirklichkeit aus ihnen; nun aber zugleich, da wir auf diese Bilder der Objecte in Gefühlen und Trieben reagiren, Ausbildung dieser elementaren Regungen, inhaltliche Verknüpfung derselben zu einer Einheit des Gemüths und Charakters und zunehmende Übung der von hier ausgehenden Willenshandlungen. Das allgemeinste Gesetz dieser Entwickelung der Menschennatur steht im Gegensatz zu demjenigen Grundgesetz, das die äussere Natur beherrscht. Dort regiert das causa aequat effectum und, hierdurch bedingt, das Gesetz von der Erhaltung der Kraft, hier aber regiert ein Grundgesetz der Steigerung. Alsdann besagt der Begriff der Bildsamkeit, dass es möglich ist, die Entwickelung des Zöglings zu befördern, deren Hemmungen zu beseitigen und das Seelenleben desselben seiner Vollkommenheit entgegenzuführen, wenn der erziehende Künstler die Gesetze des Seelenlebens kennt und zu benutzen

versteht. Und hier entsteht nun die reizvollste Aufgabe, welche Erziehungslehre kennt: sie soll den pädagogischen Genius beschreiben und analysiren, sie soll hierdurch den werdenden Erzieher mit dem Gefühl seiner Würde und mit der Begeisterung für seinen Beruf erfüllen. Auch in dem pädagogischen Genius ist etwas Ursprüngliches. Seltener vielleicht als der Dichter oder der bildende Künstler ist er in der Geschichte aufgetreten. Sokrates, Plato, Comenius, Pestalozzi, Herbart, Fröbel sind unzweifelhaft von dieser Art. Sie treten neben die Dichter als Personen desselben Ranges, aber von einer ganz anderen Gemüthsbeschaffenheit. Die geschichtliche Kenntniss von ihnen schöpfen wir mehr noch aus Schilderungen Anderer über sie als aus Selbstzeugnissen. Man bemerkt, dass die Anziehungskraft, die ein Mensch auf andere ausübt, durch die impulsive Macht bedingt ist, mit der er sich äussert und hingiebt. In dem pädagogischen Genius herrschen daher Gemüth und Anschauungskraft vor, garnicht der Verstand. So gewahrt man denn auch im Leben häufig, dass Menschen von nicht besonders scharfem Verstande dieses pädagogische Talent besitzen. Wir verstehen und bestimmen einen Menschen nur, indem wir mit ihm fühlen und seine Regungen in uns nachleben. Wir verstehen nur durch Liebe. Und gerade an ein unentwickeltes Leben müssen wir uns annähern durch die Kunst der Liebe, durch ein Mindern unserer eigenen Gefühle in das Dunkle, Unentwickelte, Kindliche, Reine. Eine ungebrochene Naivetät im Grunde der Seele nähert den pädagogischen Genius dem Kinde. Pestalozzi in seiner Schulstube, Fröbel in den Thüringer Bergen, Kinderspiele erfindend und Kinderlieder, zeigen solche Gabe wie in einem Urphaenomen. Wo dieselbe mit einem starken intellectuellen Vermögen verbunden ist, entsteht die ganz besonders ergreifende Gestalt des Seelenlebens, als welche Plato den Sokrates im Symposion dargestellt hat. Auf dem Grunde naiven Verstehens entspringt dann ein Sinnen über Seelenleben, so lebendig, so voll Realitätssinn, dass es gegen die wissenschaftliche Analysis widerspenstig verbleibt. Aus solchem Sinnen sind die herrlichen Jünglingsgestalten Plato's entstanden als ein einziges Denkmal des pädagogischen Affects, dann Pestalozzi's Menschenbilder in dem Lienhart, dem schönsten Volksroman aller Zeiten, und seine wie Fröbel's Phantasien über die Menschenseele und die Entwickelung der Menschheit: tiefsinnig, elementar, concret wahrhaftig, nicht nach dem Richtmaass wissenschaftlicher Analyse zu messen, ein Ding für sich in der Welt des Grübelns über Menschennatur. Die Welt kann nicht verarmen, so lange Leben, Kind und Familie so empfunden werden. Hierin hat auch der Elementarlehrer seine Kraft: Kind des Volks, wenige Jahre nur von der Dorfschule durch das Seminar getrennt,

vor sich einen hölzernen psychologischen und pädagogischen Schematismus, aber über und unter demselben leben ihm alle seine naiven Erfahrungen. Ja auch über Diesterweg oder Fröbel mag der pädagogische Theoretiker oftmals lächeln. Wie unbehülflich, Kindern gleich, arbeiten sie mit den Werkzeugen der Analyse, aber ihr Gefühl der Kinderseele — das ist es, durch das sie uns Theoretikern allen überlegen sind. Und nun entspringt in dem pädagogischen Genius aus immer neuer Beschäftigung mit Menschen- und Kinderseelen grübelnde Erfindsamkeit mit Bezug auf die Kunstgriffe zu bilden, zu unterrichten. In der Schulstube entspringen diese Erfindungen, Kinder vor den Augen, und das Urphaenomen solchen Erfinders ist, wie Pestalozzi, verwahrloste Kinder um sich, mit den einfachsten, elementarsten Aufgaben ringt und die Elementarmethode erfindet. Welch ein Contrast: die Aufklärung der Salons in Frankreich und dort Rousseau phantasierend, sein Buch auf den Tischen der Weltfrauen, seine Kinder im Findelhause, sein Leben einsame Träumerei, und die Pädagogik der deutschen Aufklärung, das goldene Zeitalter genialer Erziehungsversuche, Fürsten und Minister, die helfen wollen, Familienväter, die aus ihren Kindern Menschen bilden wollen, ein Publikum, das mit Begeisterung folgt, und die Aufopferung echt pädagogischer Naturen, wie Pestalozzi, Salzmann, Campe, Fröbel, welche unter Kindern in einfachsten Verhältnissen ihr Leben mit dem mächtigen Gefühl des Fortschreitens der Menschenbildung als der wichtigsten Angelegenheit unseres Geschlechtes erfüllen.

Der zweite Theil der Pädagogik umfasst nun die analytische Darstellung der einzelnen Vorgänge, welche in der Erziehung ineinandergreifen, sowie die Ableitung allgemeingültiger Normen, welche die Erziehung so gut als die Kunst, die Wissenschaft oder das sittliche Leben regeln. Wir haben den Zusammenhang entwickelt, in welchem aus der teleologischen Verfassung des Seelenlebens der Begriff von Vollkommenheit seiner Vorgänge entspringt, und aus dem sich einzelne Regeln oder Normen auslösen und darstellen lassen. Jedoch kann nur die Bildung der Intelligenz auf Grund allgemein anerkannter psychologischer Einsichten in pädagogischer Regelgebung heute bereits dargestellt werden. Auf diese muss sich unsere Probe des Verfahrens einschränken. Dagegen würde die Lehre von der Bildung des Gemüths und des Willens eine neue psychologische Grundlegung erfordern, welche an dieser Stelle, im Umfang dieser Abhandlung, nicht geleistet werden kann.

Die unterste Stufe aller Erziehung der Kinderseele liegt in den Spielen. Das Kind macht noch keinen Kraftaufwand, welcher die realen Bedürfnisse durch zwischenliegende Acte von Arbeit in der Zukunft zu befriedigen verspricht. Es spielt. Das spielende Kind hat in der Thätigkeit selbst seine Befriedigung. Hier im Spiel wird

nun zuerst der Zusammenhang ausgebildet und vertieft, welcher von Vorstellungen durch angeregte Gefühle zu Willenshandlungen und Bewegungen übergeht. So athmet sich die Seele des Kindes im Spiel zuerst aus. In ihm wird die Gesundheit der Kindernatur durch ihre freie und ganze Bethätigung erhalten. So ist das oberste Princip der Erziehung durch Spiele: das Spiel ist für das Kindesleben eine nothwendige Function, in welcher der Fortgang von Vorstellungen durch den Wechsel der Gefühle zu äusseren Bewegungen sich frei entfaltet. Wenn die Wahrnehmungsspiele die Bilder der Gegenstände entwickeln, wenn die Phantasiespiele das innere eigenthümliche Bilden und Weben in der Kinderseele fördern, wenn die Übungsspiele Gesundheit, Stärke und Moralität ausbilden, so ist solcher einzelne Nutzen überall zu pflegen, aber der eigentlichen Function des Spiels unterzuordnen.

Auf den höheren Stufen der Erziehung handelt es sich dann zunächst darum, innerhalb des teleologischen Zusammenhangs der Seele die Vollkommenheit der Bestandtheile und Vorgänge auszubilden, aus welchen das intellectuelle Leben besteht. Die oberste Regel für diesen Theil der Bildung liegt in dem Zweck dieser Vorgänge, eine den Bedürfnissen angepasste Erkenntniss herbeizuführen.

Die erste Aufgabe ist hier die vollständige Ausbildung der in der menschlichen Sinnlichkeit enthaltenen Sinneselemente, sowie die Entwickelung der Unterscheidungen und Beziehungen zwischen ihnen. Diese Aufgabe löst zunächst der Anschauungsunterricht. Verstehen wir unter einem Princip die Formel, welche die Bedingungen eines pädagogischen Wirkungselementes verzeichnet, so lässt sich am Anschauungsunterricht deutlich verfolgen, wie solche Principien geschichtlich zum Bewusstsein gelangt sind und nun nachträglich mit der fortgeschrittenen Psychologie in Übereinstimmung gebracht werden können. Hier besteht sonach dasselbe Verhältniss, das ich in der Poetik aufgezeigt habe. Das oberste Princip des Anschauungsunterrichts ist unter der Einwirkung Bacos von Comenius und seinen Nachfolgern formulirt worden. Der Unterricht muss dem Gang der Natur folgen, dieser aber geht von der Anschauung zu Begriff und Wort, und zwar von dem Ganzen, das in der Anschauung befasst ist, zu den Theilen. Die von diesem Princip aus gefundenen Methoden bilden einen Haupttheil der pädagogischen Reformthätigkeit im 17. und 18. Jahrhundert. Dann ist ein zweites Princip von Comenius gesehen, von Rousseau durchgeführt worden. Der Anschauungsunterricht hat von der nächsten Umgebung des Kindes aus das Ganze der umgebenden Welt zu beschreiben. So ergänzt er das der kindlichen Erfahrung Gegebene vermittels der dem Kinde geläufigen Operationen in den ihm geläufigen Richtungen. Ein drittes Princip

war ebenfalls von Comenius aufgestellt und ist von Basedow durchgeführt worden. Auffassen der Objecte und Bezeichnung derselben ist einzuüben. Viel tiefer reicht nun aber das von Pestalozzi aufgestellte vierte Princip. In aller Anschauung wiederholen sich Elemente. Dass jedes dieser Elemente in höchster Energie, Reinheit und Sicherheit hervorgebracht werde, ist die Voraussetzung, unter welcher dann die Anschauung ihre höchste Vollkommenheit erreicht. Diese Elemente treten in dem Anschauungskreise des Räumlichen, der Zeitbestimmungen, der sinnlichen Qualitätenkreise, der Tonreihe und der Sprachlaute auf. Übungen, welche die vollkommene Hervorbringung dieser Elemente zum Ziel haben, sind von Pestalozzi erfunden und von Herbart, Fröbel und vielen anderen durchgeführt worden. Eine Ergänzung finden diese Principien darin, dass auch die Erweckung, die reine und energische Darstellung von Elementen der inneren Erfahrung vermittels des Umgangs und der Poesie, der Religion und der Geschichtserzählung eine wichtige Unterlage des höheren Seelenlebens bildet.

Schon die Anschauungen bedürfen der Aufmerksamkeit zu ihrer Ausbildung. Interesse und Aufmerksamkeit müssen nun aber überhaupt als die bewegende Kraft angesehen werden, die für alle Wirkungen im Unterricht erforderlich ist. Die Aufmerksamkeit wird durch das Interesse geleitet. Unter diesem verstehen wir den Antheil der Seele an einer Vorstellung oder Vorstellungsverbindung. Können nun verschiedene Arten von Aufmerksamkeit unterschieden werden, so muss ein solcher Unterschied entscheidende Bedeutung für den Unterricht haben. Die unwillkürliche Aufmerksamkeit wird durch die Bilder und Vorstellungsvorgänge als solche hervorgerufen und wendet sich den Objecten ohne Anstrengung zu. Sie entsteht aus dem Interesse, das dem Objecte beiwohnt. Dieses hat Erregung von Bewusstsein zur Folge, Festhalten im Gedächtniss, Unterscheiden der Bestandtheile und Auffassung ihrer Beziehungen, kurz es ist der Hebel des ganzen Unterrichts. Dagegen entspringt die willkürliche Aufmerksamkeit aus einer Anstrengung des Willens, die dem Gegenstande zugewendet ist. Diese hat ein Motiv zur Unterlage, um dessen Willen die Aufmerksamkeit unterhalten wird, während sie dem Object nach seiner Relation zu unseren geistigen Operationen für sich nicht zukäme. Sie entsteht im Kinde aus Furcht vor Strafe und Hoffnung auf Lohn, aus Ehrgeiz und Freude am Wettstreit, aus dem Bewusstsein der Nützlichkeit in der Zukunft. Das Princip, welches Herbart zuerst aufgestellt hat, fordert nun, dass der Unterricht überall da, wo ein Object Gegenstand unwillkürlicher Aufmerksamkeit sein kann, diese hervorzurufen bestrebt sei und verstehe. Nur wo nach der Natur des Zöglings oder des Gegenstandes dies unmöglich ist, tritt

die willkürliche Aufmerksamkeit ergänzend ein. In diesem Princip sind dann Einzelformeln enthalten, welche die Wirksamkeit desselben näher bestimmen. Die erste Formel entwickelt die Bedingungen der unwillkürlichen Aufmerksamkeit, eine andere hebt die Bedeutung der Übung im willkürlichen Aufmerken für die Energie der Denkprocesse und die Ausbildung des Charakters hervor. Strafreden und Ermahnungen sind bekanntlich Hausmittel hülfloser Mütter und schlechter Schulmeister für die Bildung des Charakters. Aber die willkürliche Aufmerksamkeit ist die erste Form, in welcher der Wille lernt, Vorstellungen und Triebe stetig zu beherrschen und fest zu regieren. Grammatik und Mathematik in ihrer spröden, widerstrebenden Natur discipliniren den Geist des Knaben und befähigen ihn, später zu gehorchen und zu herrschen.

Die Analyse der Erziehungsvorgänge hat dann weiter das Gedächtniss zu betrachten. Sie sieht in ihm eine Eigenschaft der Vorstellungen selber: durch diese wird die Ausbildung eines Zusammenhangs unseres Seelenlebens hergestellt, welcher, einmal erworben, jeden bewussten Seelenvorgang beeinflusst, obwohl er selber nicht in seinen Theilen zu klarem und deutlichem Bewusstsein erhoben wird, und welcher dann zugleich die Reproduction jedes einzelnen Theiles dieses Zusammenhangs im Bewusstsein ermöglicht. Diese Erkenntniss ist für die moderne Pädagogik von entscheidender Bedeutung. Sie vernichtet die alte Trennung von Lernen und Denken, von Gedächtniss und Urtheilskraft, von Aneignung und Verarbeitung. Die Aufgabe des Unterrichts, einen die Wirklichkeit repraesentirenden Zusammenhang der Vorstellungen herzustellen, ist also durchweg von Gedächtnissoperationen getragen und abhängig. Das oberste Princip ist sonach: die Aneignung von Vorstellungen und deren Verbindungen ist durch den Unterricht in dem Maasse und nach den Verhältnissen herzustellen, dass ein Zusammenhang des Seelenlebens erarbeitet werde, der die Wirklichkeit repraesentirt und die erforderlichen Einwirkungen auf sie zu üben gestattet. Dieses Princip stellt sich in folgenden Einzelregeln dar. Da das Gedächtniss in seiner plastischen Kraft ursprünglich körperliche Anlage ist und diese Anlage durch mässiges Leben, Vermeiden der Affecte und zusammenhängende freudige Thätigkeit frisch erhalten wird, sind von Kindheit auf diese Gesundheitsverhältnisse zu pflegen. Da die Reproducirbarkeit einer Vorstellungsmasse dann im Einzelnen abhängt von der Stärke des Interesses, der Art und Energie des Zusammenhangs, der Zahl der Wiederholungen und dem Abstande der letzten Wiederholung vom gegenwärtigen Gedächtnissact, so ist Oekonomie des geistigen Lebens das erste Hauptmittel, die vorhandene plastische Kraft des Gedächtnisses zu benutzen: Ordnung und Zusammenhang des geistigen Lebens siegen auch über schlechte Naturanlagen.

Nunmehr analysiren wir die Einübung des logischen Denkens und die Ausbildung eines Zusammenhangs der Vorstellungen in einer Erkenntniss, welche die Wirklichkeit repraesentirt und ihre Gestaltung ermöglicht. Im Dienst dieser Aufgabe ist seit Rochow zunächst die katechetische Methode ausgebildet worden. Doch ist sie mit ihrer Aufführung von Merkmalen und ihrer Abgrenzung der Begriffe nur von eingeschränktem Werthe, ja in gewissem Sinne ein Überbleibsel aus der Zeit vor unserer modernen Wissenschaft. Der lebendige Erkenntnisstrieb ist darauf gerichtet, die inneren Bänder im Wirklichen, die einfachen Verhältnisse, durch welches dieses für den Intellect durchsichtig wird, zu erfassen. Die Befriedigung dieses Bedürfnisses liegt darin, dass wir die concreten Beziehungen zwischen den Erscheinungen festzustellen suchen, die sich dann schliesslich alle auch als Verhältnisse der Abhängigkeit abstract darstellen lassen. Wir vermöchten aber nicht, solche Abhängigkeitsverhältnisse festzustellen und aus dem Zusammengerathenen das Zusammengehörige auszusondern, wäre uns nicht in der Regelmässigkeit der Verbindung das äussere Zeichen der Abhängigkeit einer Erscheinung von der anderen gegeben. Hier liegt der Schlüssel für das Verständniss der Induction. Dieselbe sucht das Nothwendige vermittelst des Allgemeinen. Indem sie von Fall zu Fall fortschreitet, löst sie aus den Sequenzen oder Coexistenzen der Wirklichkeit genau, womöglich quantitativ bestimmte Vorgänge oder Bestandtheile von Vorgängen aus, welche in fester Beziehung zu einander stehen. Diese Gleichförmigkeit wird erst genau fassbar, wo sie als Gleichheit in Zahl oder Raumgrösse auftritt. Einfache Beziehungen von Grössen aufeinander in regelmässiger Wiederkehr sind das Zeichen der Gottheit mitten in dem verworrenen Spiel des sinnlich Veränderlichen. So wirken die Analysis und die von ihr untrennbare Induction zusammen mit der Synthesis und der Deduction. Die Hauptoperation unter diesen, Feststellung der Beziehungen in einem unverstanden uns gegenübertretenden Ganzen, wird am meisten lebendig im sprachlichen Auffassen eines Satzes oder einer Satzverbindung eingeübt, zumal wenn diese Einübung von den genauen Hülfsmitteln grammatischer Kenntniss unterstützt ist. Zugleich bringt die Grammatik die concreten Beziehungen am Wirklichen zum Bewusstsein und die Mathematik übt uns, die Beziehungen im Quantitativen aufzufassen. Will man dies Bewusstmachen der Beziehungen am Wirklichen, und die Einübung ihrer Auffassung als formale Bildung bezeichnen, so ist dieselbe natürlich die Unterlage für diesen ganzen Theil der Erziehung. Aber eine falsche Übertreibung der formalen Vorbildung dehnt auf dem Gymnasium bis in das 19. oder gar 20. Lebensjahr blosse Vorbereitung für weitere Vorbereitung zu

dem schliesslich so kurzen Leben aus. Aus diesem Bewusstsein im Schüler stammt die Langeweile, die sich über die höheren Schulen verbreitet, sowie die Ungeduld, sie zu verlassen. In den Jahren, in denen der Wissenstrieb erwacht, bleibt er unbefriedigt, wird vertröstet und schwindet zusammen. Dem ist das folgende Princip gegenüberzustellen: mitten im Bewusstmachen der Beziehungen, im Einüben der logischen Operationen, in der Erweckung der Freude am Wettstreit des logischen Denkens muss doch schon auf den höheren Vorbereitungsanstalten selber die Wissbegier des Jünglings entfacht und zu einer inneren Befriedigung geleitet werden; das Denken des Schülers soll überall an den Erfahrungen reelle und dauernd werthvolle Operationen vornehmen, es soll sich vor allem auf die Causalbeziehungen richten, welche zumeist vermittelst des Verhältnisses zwischen dem Einzelnen und Allgemeinen, also inductiv erkannt werden; es soll auch schon lernen, diese Causalbeziehungen quantitativ zu bestimmen. So soll sich schon dem Schüler die Natur aufschliessen. Er soll den Zusammenhang der geschichtlichen Wirklichkeit aufzufassen sich üben. Und hier ist ein grosser Segen, dass das griechisch-römische Alterthum gleichsam eine Elementarschule für das Verständniss der geschichtlichen Welt ist: Alles hier noch einfach, elementar, dem Boden nahe und dem jugendlichen Geiste verwandt. Der Fortgang der modernen Wissenschaften und der des Erziehungswesens arbeiten nach demselben Ziele: Vereinfachung des Zusammenhangs, der die Wirklichkeit repraesentirt, und der Begründung desselben. Die Wissenschaft hat durch die zunehmende Ausdehnung ihres Gebiets, die noch bestehende Künstlichkeit in manchem ihrer Theile, den Mangel an Zusammenhang in anderen die Schwierigkeiten herbeigeführt, welche das höhere Schulwesen belasten: sie wird dieselben durch Vereinfachung allmälig mindern.

Eine ausgeführte Didaktik hat dann schliesslich die Unterrichtsfächer zu gruppiren, ihre Erziehungswerthe gegeneinander abzuschätzen, ihre Aufeinanderfolge zu bestimmen und die Methoden der einzelnen Unterrichtsgegenstände festzustellen. Überall sind hier die allgemeingültigen Principien unbestimmt und erhalten erst durch den Charakter eines nationalen Erziehungssystems eine genauere und dann geschichtlich eingegrenzte Fassung.

Wir sind an der Grenze der allgemeingültigen pädagogischen Theorie angelangt. Das angegebene Verfahren kann auch auf die Lehre von der Bildung des Gemüths und des Willens übertragen werden. Die leitenden Gesichtspunkte für eine solche Theorie sind in dem oben umschriebenen teleologischen Zusammenhang des Seelenlebens gegeben. Aus der zweckmässigen Function der Gefühls- und

Triebkreise in dem psychischen Zusammenhang ergiebt sich, in welcher Richtung die Erziehung hier die Entwickelung zur Vollkommenheit anzustreben hat. Doch ist für diesen Theil der pädagogischen Wissenschaft erst der psychologische Unterbau im Einzelnen herzustellen, was an dieser Stelle zu weit führen würde. Mehr als hier entworfen und angedeutet ist, kann in einer allgemeingültigen Theorie nicht geleistet werden. Die grossen Fragen der Erziehung, welche zur Zeit die Nation bewegen, könne nicht allgemeingültig für alle Zeiten und Völker entschieden werden, sondern sie können nur auf Grund der genaueren fachmännischen Kenntniss von Geschichte und jetzigem Leben der Erziehung durch eine Art von künstlerischem Handeln, in dem die Gabe des Staatsmannes und des Pädagogen zusammenwirken, ihre Behandlung finden. Der Gedankenzusammenhang, in welchem das geschieht, bewegt sich durch folgende drei Untersuchungen hindurch. Zuerst entsteht die Frage: wie entspringt aus den pädagogischen Elementarvorgängen, welche wir entwickelt und in Regeln dargestellt haben, ein inhaltliches Bildungs-, Erziehungs- und Unterrichtssystem, wie es in einem bestimmten Culturkreis regiert? Die entsprechende Frage habe ich in der Poetik behandelt und dort gezeigt wie jede Technik der Dichtung der einen Dichtungsart ihre Einheit nur aus der Inhaltlichkeit einer geschichtlichen Cultur erhalten hat. Eine allgemeingültige Technik der Tragödie oder des Epos giebt es nicht. Ebenso verhält es sich auf dem Erziehungsgebiet. Alsdann wird eine vergleichende Betrachtung der Erziehungssysteme anzustellen sein und sie wird ergeben, dass gerade hier die Einzelformen durch die voranschreitende Entwickelung der Menschheit mit einander verbunden sind. In gewissen Grenzen wird es hierdurch möglich, die Tendenz in der Entwickelung der Erziehung zu bestimmen und so unsere wissenschaftliche Einsichten für die Leitung des Unterrichtswesens zu benutzen. Endlich wird die Vertiefung in unser nationales Erziehungssystem, in seine Geschichte und seine Gegenwart, die Auffassung der Beziehungen dieses Systems zu unserer Cultur, auf der Unterlage der ganzen hier umschriebenen Erkenntniss, im Stande sein, dem künstlerischen Wirken der Unterrichtsverwaltung die Wege zu weisen, auf denen die vorsichtige Weitergestaltung unseres nationalen Schulwesens erreicht werden kann. Denn dem historischen Sinn ist es klar, dass das geschichtliche Ethos eines Volkes, das auch sein Erziehungswesen hervorgebracht hat, nicht verletzt und aufgelöst werden darf durch die Eingriffe einer radicalen Theorie, welche von einem allgemeingültigen System aus die Erziehung aller Völker regeln möchte.

Zur Geschichte des römischen Kaisercultus.

Von Otto Hirschfeld.

(Vorgetragen am 5. Juli [s. oben S. 743].)

Unter den Institutionen des römischen Kaiserreiches, die weder als originale Schöpfungen dieser neuen und in vieler Hinsicht modernen Welt, noch als Fortbildung römischer Sitten und Satzungen ins Leben getreten sind, sondern auf das Deutlichste ihre orientalische Herkunft und die Anlehnung an hellenistische Muster verrathen, nimmt der Cultus der römischen Kaiser und des Kaiserhauses eine hervorragende Stelle ein: eine durchaus unrömische, auf griechisch-orientalischem Boden gewachsene Pflanze, die aber gleichzeitig mit der neuen Monarchie nach dem Westen übertragen, dort auffallend rasch sich acclimatisirt, tiefe Wurzeln geschlagen und eigenartige Blüthen getrieben hat.

In Nachbildung des in Griechenland altheimischen Heroencultus Verstorbener, hat erfinderische Schmeichelei in der Zeit des Niederganges hellenischer Grösse auch lebenden Helden übermenschliche Huldigungen dargebracht. Asiatische Griechenstädte waren es, die dem Vernichter der Herrschaft der Athener, Lysander, als dem Ersten unter den Hellenen Altäre gleich einem Gotte errichtet, ihm Opfer dargebracht und Päane gesungen haben.[1] Zu fester Ausbildung ist aber dieser Cult lebender Helden und Gewalthaber erst seit Alexander dem Grossen und zwar in den Fürstenhäusern, die im Orient sein Erbe theilten, gediehen, am frühesten vielleicht in Aegypten, wo, ebenso wie in Persien,[1a] bereits in alter Zeit die Anschauung, dass der König ein Gott oder doch der Sohn eines Gottes sei, öffentliche

[1] Duris bei Plutarch *Lysander* c. 18. — Vergl. Firmicus Maternus c. 7, 6: *amat Graecorum levitas eos qui sibi aliquid contulerint... divinis appellare nominibus et sic ab ipsis beneficiorum gratia repensatur, ut deos dicant, deos esse credant, qui sibi aliquando profuerint.*

[1a] Vergl. Spiegel, erânische Alterthumskunde 3 S. 600 ff. So lässt auch Aeschylus (*Pers.* v. 157) die Atossa von dem Chor anreden: θεοῦ μὲν εὐνάτειρα Περσῶν, θεοῦ δὲ καὶ μήτηρ ἔφυς.

Geltung erlangt hatte,[2] und wenn die Wüstenpriester Alexander als Sohn des Amon-Ra begrüssten, so lag darin wohl nur die sacrale Anerkennung seiner Herrschaft über Aegypten. Wäre Alexander ein längeres Leben beschieden gewesen, so würde er sicherlich schon bei Lebzeiten dieselben oder noch höhere göttliche Ehren genossen haben, als sie seinen Nachfolgern in Aegypten[3] und Syrien, in älterer,[4] wie späterer Zeit[5] in überschwänglicher Weise zu Theil geworden sind. Auch in dem jungen Pergamenischen Reiche sind Eumenes I, bereits vor Annahme des Königstitels, Opfer dargebracht worden[6] und auf das deutlichste tritt die successive Steigerung des Cultus der Attaliden in den Ehrendecreten der Schauspielergesellschaft in Teos zu Tage, deren Priester die Spiele und den Cult zu Ehren der regierenden und apotheosirten Herrscher auszurichten hatten.[7] So erscheint auch in Kypros die göttliche Verehrung der Ptolemaeer eng

---

[2] Erman, Aegypten S. 91 ff. und S. 393 A. 2; jedoch nimmt Revillout, *revue Égyptologique* I (1880) S. 15 ff. an, dass der eigentliche Königscult erst durch Ptolemaeus Philadelphus in Aegypten eingeführt sei. Bemerkenswerth ist die Angabe Diodor's I, 95: *λέγεται τὸν Ξέρξου πατέρα Δαρεῖον … τηλικαύτης τυχεῖν τιμῆς ὥσθ' ὑπὸ τῶν Αἰγυπτίων ζῶντα μὲν θεὸν προσαγορευθῆναι μόνον τῶν ἁπάντων βασιλέων, τελευτήσαντα δὲ τιμῶν τυχεῖν ἴσων τοῖς τὸ παλαιὸν νομιμώτατα βασιλεύσασι κατ' Αἴγυπτον.*

[3] Lepsius, Abhandlungen d. Berl. Akad. 1852 S. 483 ff.; Boeckh zu C. J. G. 2620; Revillout a. a. O. und *revue archéologique* 34 (1877) S. 328 ff.; Wilcken, Hermes 22 S. 7 und 13.

[4] Inschrift aus Hissarlyk vom Jahre 281, in der für Seleukos I. göttliche Ehren decretirt werden: G. Hirschfeld, archaeol. Zeitung 1875 S. 155. Über den Cult seiner Nachfolger vergl. Spanheim, *de praestantia et usu numismatum* (*ed.* 1717) I p. 419 ff.

[5] Puchstein, Sitz.-Berichte der Berl. Akad. 1883, I S. 29 ff.

[6] Fränkel, Ausgrabungen von Pergamon, dritter Bericht (1883—86) S. 53. Nach Mittheilung desselben Gelehrten bieten die in den Ausgrabungen der letzten Jahre gefundenen Inschriften wenig Material für den Königscult in Pergamon; 'aus den sonstigen Zeugnissen erhellt, dass die Könige und ihre Gemahlinnen bereits bei Lebzeiten göttliche Ehren genossen und spätestens seit Eumenes II eigene Priester und Priesterinnen gehabt, jedoch den Titel *θεός* erst nach ihrem Tode empfangen haben, wie es auch in der bald nach dem Aussterben der pergamenischen Könige gesetzten Inschrift von Sestos (Dittenberger 246, 16) heisst: *τῶν τε βασιλέων εἰς θεοὺς μεταστάντων*'. Vergl. auch Gelzer, Abhandl. der Berl. Akad. 1872 S. 68 ff.; Jerusalem, Wiener Studien I S. 44.

[7] C. J. G. 3067—3070 mit Boeckh's Commentar; dass übrigens n. 3067 nicht vor dem Jahre 172 abgefasst sei, wie Boeckh annimmt, glaube ich nicht, denn dass Attalus II schon bei Lebzeiten seines Bruders Eumenes den Königstitel geführt habe, ist sehr unwahrscheinlich und auch ganz unbezeugt: die *βασιλεῖς* können nur auf Attalus I und Eumenes II, nicht auf letzteren und seinen Bruder Attalus II bezogen werden, wie schon aus dem Zusatz (Z. 13 und 33) *τοῖς ἀδελφοῖς βασιλέως Εὐμένου* erhellt, wo sonst beide Könige hätten genannt sein müssen. Den Kult des Attalus I wird Teos, als es zum Pergamenischen Reiche kam, mit übernommen haben. Über diese Inschriften vergl. Foucart *de collegiis scaenicorum artificum* S. 7 ff. und Lueders die Dionysischen Künstler S. 75 ff. — Vergl. auch die Inschrift von Elaia, nach der dem Attalos Philometor ein *στεφανηφόρος* und ein *ἱερεὺς τοῦ βασιλέως κ[αὶ ἀ]γωνοθέτης* täglich opfern sollen und Gelzer a. a. O. S. 68 und S. 70.

verbunden mit der des Dionysos,[8] wie denn die Bezeichnung der orientalischen Könige und später der römischen Kaiser durch den Beinamen *νέος Διόνυσος*[9] die Pflege des Herrschercultus gerade diesen Dionysischen Vereinen besonders nahe legen musste.[10]

Neben diesen bei den Ptolemaeern, Seleuciden und Attaliden im zweiten Jahrhundert v. Chr. zu höchster Ausbildung gelangten Königscult tritt dann, unmittelbar nach dem Eingreifen der Römer in die asiatischen Händel, die Verehrung der Göttin Roma in den zu den weitgehendsten Huldigungen für das neu aufgehende Gestirn nur zu bereiten Städten Kleinasiens, die auf Roms Hülfe in dem Kampfe gegen Antiochus ihre Hoffnung setzten. Bereits im Jahre 195 v. Chr., so rühmen sich die Smyrnaeer in späterer Zeit, 'als Karthago noch stand und mächtige Könige in Asien herrschten', hätten sie den ersten Tempel der Roma errichtet.[11] An dieser Angabe ist um so weniger zu zweifeln, als Smyrna zusammen mit Lampsakos, zu denen sich dann Alexandreia Troas gesellte, sich im Jahre 196 für frei erklärt, im Verein mit König Attalos und den Rhodiern den Kampf mit Antiochos aufgenommen und in Folge dessen eine langwierige Belagerung zu erdulden hatte.[12] Die Errichtung des Romatempels in Smyrna war demnach offenbar das religiöse Symbol, dass die Stadt sich in die *fides populi Romani* begeben habe und die Roma zur Schutzgöttin von Smyrna geworden sei.[13] Diesem Beispiel sind ohne Zweifel bald andere Städte gefolgt, wie es von Alabanda in Carien, das, vielleicht auch aus Anlass des Antiochischen Krieges, in freundschaftliche Beziehung zu den Römern getreten sein dürfte, bezeugt ist,[14] während für Pergamum, wo man die Existenz eines solchen

---

[8] C. J. G. 2620: *ἀρχιερεύοντα τῆς πόλεως καὶ τῶν περὶ τὸν Διόνυσον καὶ Θεοὺς Εὐεργέτας τεχνιτῶν.*

[9] Lueders a. O. Anm. 135; Hadrian, Antoninus Pius, Caracalla heissen oft so in griechischen Inschriften. Über die Verehrung des Antonius als Dionysos vergl. Plutarch *Anton.* c. 24.

[10] So bezeichnet sich ein solcher Verein als [*ἱερὰ σύνοδος*] *περὶ τὸν Διόνυσον καὶ αὐτοκράτορα Τραϊανὸν Ἀδριανὸν Καίσαρα Σεβαστὸν νέον Διόνυσον τεχν*[*ιτῶν*] (Lebas-Waddington 1619) oder auch mit Fortlassung des Gottes als *ἱερὰ Θυμε*[*λικ*]*ὴ Ἀδριανὴ σύνοδος τῶν* [*περὶ τὸν*] *αὐτοκράτορα Καίσαρα Τραϊανὸν Ἀδριανὸν Σεβαστὸν νέον Διόνυ*[*σον*] *συναγωνιστῶν* (C. J. L. XII 3232); andere Beispiele bei Lueders a. O. S. 73 ff. und im Anhang.

[11] Tacitus *ann.* 4, 56.

[12] Livius 33, 38 (z. J. 558); 35, 42 (z. J. 562), vergl. 37, 54 (z. J. 565): *collaudatis egregie Smyrnaeis quod omnia ultima pati quam se regi tradere maluissent* und 38, 39.

[13] Liv. 35, 16 (z. J. 561), wo die Römer als Schutzpatrone der Freiheit von Smyrna und Lampsakos bezeichnet werden.

[14] Livius 43, 6 (z. J. 584): *Alabandenses templum urbis Romae se fecisse commemoraverunt ludosque anniversarios ei divae instituisse;* vergl. die Münze von Alabanda mit der Aufschrift *Θεὰ Ῥώμη*: Eckhel II S. 571. Auf freundschaftliche Beziehung zwischen

Cultes in dem letzten Jahrhundert der Republik als besonders wahrscheinlich voraussetzen möchte, es bis jetzt an Zeugnissen dafür gänzlich mangelt.[14a] Dass auch Athen schon nach der Beendigung des Perseischen Krieges einen Tempel der *Dea Roma* errichtet habe, ist wohl vermuthet worden,[15] aber nicht sicher zu erweisen.

Zu diesem Romacult gesellen sich die den römischen Statthaltern und Feldherren in den griechisch-asiatischen Gebieten erwiesenen göttlichen Ehren, die bereits dem Befreier Griechenlands, Flamininus, durch Opfer und Päane, in denen er mit Zeus, Roma und der Fides Romana zusammen gefeiert ward, durch Weihung öffentlicher Gebäude an ihn in Gemeinschaft mit Apollo und Heracles, ja durch Bestellung eines eigenen Priesters, der noch zu Plutarch's Zeit functionirte,[16] in so überreichem Maasse, wie vielleicht keinem seiner Nachfolger zu Theil geworden sind. Die Weihung von Tempeln jedoch an römische Proconsuln, wahrscheinlich gemeinsam mit Göttern oder der *Dea Roma*,[17] ist offenbar zu einer ganz gewöhnlichen und vom Gesetze sanctionirten Huldigung für erträgliche und unerträgliche Statthalter in dem letzten Jahrhundert der Republik geworden.[18] Dass es insbesondere dem Pompeius nach seinem asiatischen Siegeszug und dann in gesteigertem Maasse seinem Überwinder Caesar nicht an übermenschlichen Ehren gefehlt hat, würde man auch ohne ausdrückliche Zeugnisse mit Sicherheit annehmen dürfen,[19] und Antonius als Be-

---

Rom und Alabanda zur Zeit des Antiochischen Krieges lässt die Erfüllung der Bitte der Alabandenser, ihnen ein abgefallenes Castell wiederzuerobern, durch den Consul Manlius im Jahre 565 schliessen: Liv. 38, 13.

[14a] Auch die neueren Funde haben nach Mittheilung Hrn. Fränkel's in dieser Hinsicht nichts ergeben.

[15] Als wahrscheinlich bezeichnet diese Vermuthung Meier's (*comm. epigr.* I S. 35) Wachsmuth, Athen I S. 641 A. 1.

[16] Plutarch, *Flamininus* c. 16.

[17] Das wird man aus Cicero's Worten (*ad Quintum fratrem* I, 1, 26) schliessen dürfen: *cum ad templum monumentumque nostrum civitates pecunias decrevissent .... nominatimque lex exciperet, ut ad templum et monumentum capere liceret, cumque id, quod dabatur, non esset interiturum, sed in ornamentis templi futurum, ut non mihi potius quam populo Romano ac dis immortalibus datum videretur.* Inschriftliche Belege fehlen.

[18] Vergl. ausser der in der vorhergehenden Anmerkung angeführten Stelle Cicero *ad Atticum* 5, 21: *nullos honores mihi nisi verborum decerni sino, statuas, fana,* τέθριππα *prohibeo* und Sueton *Augustus* c. 52: *templa quamvis sciret etiam proconsulibus decerni solere.* Vergl. Mongault, *mém. de l'Institut* I (1717) p. 353 ff. und Krause, νεωκόρος S. 9 ff. und S. 16, auch über die zu Ehren der Statthalter gestifteten oder benannten Spiele, unter denen die aus Cicero sattsam bekannten Verria die bitterste Kritik griechischer Schmeichelei sind.

[19] Für Pompeius kann an das später Hadrian zugeschriebene Wort erinnert werden: τῷ ναοῖς βρίθοντι πόση σπάνις ἔπλετο τύμβου. Für Caesar vergl. z. B. die Ephesische Inschrift aus dem Jahre 706/7 C. J. G. 2957: τὸν ἀπὸ Ἄρεως καὶ Ἀφροδείτης

herrscher des Orients hat die den Ptolemaeern erzeigten göttlichen Ehren und mehr als diese unverhohlen für sich in Anspruch genommen.

Aus dieser Saat und auf diesem Boden ist der römische Kaisercult erwachsen und dass er nicht sofort noch üppigere Blüthen getrieben hat, wird sicherlich nicht der zu geringen Willfährigkeit der Unterthanen, sondern der zögernden Zurückhaltung des neuen Herrschers zuzuschreiben sein, der es allerdings im dynastischen Interesse für geboten hielt, dem traditionellen Glauben an die Göttlichkeit des Monarchen im Orient nicht entgegenzutreten, jedoch im Gegensatz zu seinem grossen Adoptivvater,[20] wenigstens im Beginne seiner Regierung, in dieser Hinsicht zwischen seinen orientalischen und römischen Unterthanen scharf unterschied, indem er diesen nur den Cult seines zum Gott erklärten Vaters, jenen dagegen seine eigene göttliche Verehrung gestattete.[21] Es kann nicht auffallen, dass in Pergamon, wo bereits der Attalidencult so früh zu hoher Entwickelung gelangt war, auch dem Culte des Augustus im Vereine mit der Göttin Roma die erste Stätte bereitet ward:[22] ein Beispiel, dem sich begreiflicher Weise bald zahlreiche Städte Kleinasiens und Griechenlands angeschlossen haben.[23]

(dazu Preller, R. M. I³ S. 444 A. 3) θεὸν ἐπιφανῆ καὶ κοινὸν τοῦ ἀνθρωπίνου βίου σωτῆρα und 2369 (Kartheae): τὸν θεὸν καὶ αὐτοκράτορα καὶ σωτῆρα τῆς οἰκουμένης, die gewiss nicht, wie Boeckh meint, erst nach seinem Tode gesetzt ist. In anderen bei Lebzeiten gesetzten griechischen Inschriften (wie C. J. G. 2214*g*. 2215; C. J. A. III 428) wird er allerdings nicht als Gott bezeichnet.

[20] Über die verschiedene Stellung des Vaters und des Sohnes zu dieser Frage vergl. besonders Mommsen, Staatsrecht II³ S. 755 ff.

[21] Dio 51, 20 (z. J. 725): Tempel der *dea Roma* und des *divus Julius* für die römischen Bürger in Ephesus und Nicaea; Tempel des Augustus in Pergamon und Nicomedia für die griechischen Asiaten. Aus den Worten Appian's (*b. c.* 5, 132) z. J. 718: αὐτὸν αἱ πόλεις τοῖς σφετέροις θεοῖς συνίδρυον ist auf einen organisirten Cult nicht zu schliessen.

[22] Vergl. die vorige Anmerkung und Tacitus *ann.* 4, 37; Eckhel II p. 466. Mommsen, *r. g. d. A.*² p. X. Der Tempel befand sich im Jahre 727 noch imBau; vergl. die Inschrift zu Ehren des Augustus in Mytilene (Cichorius, Rom und Mytilene S. 34 Z. 12): [ἐν τῷ ναῷ τῷ κατασ]κευαζομένῳ αὐτῷ ὑπὸ τῆς Ἀσίας ἐν Περγάμῳ. Die Vermuthung, dass der auf der Akropolis von Pergamon befindliche Tempel das Augusteum sei (Ausgrabungen zu Pergamon, erster Bericht 1880 S. 87 ff. und besonders S. 94 ff.), hat sich nicht bestätigt; vielmehr scheint nach den Ergebnissen der neuesten Ausgrabungen dieser Tempel dem Trajan geweiht gewesen zu sein und der Augustustempel (nach einer mir von Hrn. Conze mitgetheilten Vermuthung des Hrn. Fabricius) in der unteren, römischen Stadt gelegen zu haben, wo eine grosse Marmorbasis, zu Ehren Hadrian's von den ὑμνῳδοὶ θεοῦ Σεβαστοῦ καὶ θεᾶς Ῥώμης (man beachte die Stellung der Roma hinter dem Kaiser!) gesetzt, gefunden worden ist. Augustus wird in einer zu Pergamon von den Amisenern geweihten Inschrift als θεὸς Σεβαστός bezeichnet: Gelzer, Abhandl. der Berliner Akademie 1872 S. 72.

[23] Mommsen, *r. g. d. A.*² p. X; Marquardt, Staatsverw. 3 S. 464 A. 4; Guiraud in der A. 66ª citirten Abhandlung S. 25. — Inschrift des Tempels der Roma und des Augustus in Athen mit einem Priester derselben: C. I. A. III n. 63; die Fundamente des

Aber auch von den Römern hat Augustus, und zwar selbst in Italien, mit alleiniger Ausnahme der Hauptstadt, in der späteren Zeit seiner Regierung sich göttliche Verehrung gefallen lassen;[23] jedoch ist zu beachten, dass sämmtliche italische Gemeinden, in denen sich Priester oder Tempel des Augustus bei seinen Lebzeiten bis jetzt nachweisen lassen, von ihm ausgeführte Colonien oder unter seinem speciellen Schutze stehende Städte sind. Zu der ersteren Kategorie gehören Beneventum, Cumae (? vergl. Mommsen: Hermes 18 S. 181), Fanum Fortunae, Pisae,[23a] zu der zweiten Asisium und Pompeji,[24] zu denen noch die beiden italischen Häfen von Rom Ostia und Puteoli[25] und vielleicht das von Augustus als Sommeraufenthalt bevorzugte Praeneste[26] hinzuzufügen sind. Wäre der Cult des Augustus aber in Italien ein ganz allgemeiner gewesen, so dürfte man erwarten, dass die inschriftlichen Zeugnisse desselben nicht so vereinzelt sein würden,[27] als sie es, besonders in Oberitalien, thatsächlich sind. Eine gewisse Ergänzung ward allerdings bereits unter seiner Regierung, wie jetzt allgemein anerkannt ist, geschaffen durch das Institut der Augustalität, das, wie schon sein Name andeutet, dem Kaiserculte seine Entstehung verdankt[28] und für die Pflege desselben, insbesondere in dem Kreise

---

Tempels sind kürzlich auf der Akropolis östlich vom Parthenon aufgedeckt worden: Athen. Mitth. des Instituts 12 (1887) S. 264. Die Nichtvollendung des für Augustus begonnenen ἡρῷον wird an den Cyzicenern unter Tiberius geahndet: Dio 57, 24. Tacit. *ann.* 4, 36. — In der Inschrift von Mytilene (vergl. die vorige Anm.) werden dem Augustus (Z. 21) Opfer ὡς καὶ τῷ Διί decretirt und noch grössere Ehren in Aussicht gestellt (II Z. 9).

[23] Mommsen, St. R. II³ S. 757 A. 1. Über die Identificirung mit Mercurius vergl. Kiessling, zu Augusteischen Dichtern 1881 S. 92 und Krall, Wiener Studien 5 S. 315 Anm.

[23a] Beneventum: C. IX, 1556; ein Caesareum dem Augustus und der *colonia Beneventana* wohl vor d. J. 739 geweiht; Cumae: C. X, 8375 (*feriale Cumanum*); Fanum Fortunae: Vitruvius 5, 1, 7: *aedes Augusti;* Pisae: C. XI, 1420 (*a.* 755): *Augusteum.*

[24] Asisium: Henzen 5994 *flamen Aug. parentis patroni municipi.* — Pompeji mit seinem *pagus Augustus*: C. X *ind.* p. 1149 *s. v.*

[25] Ostia: C. XIV, 73 und 353: *aedes Romae et Augusti.* — Puteoli: C. X, 1613 (wohl aus der Zeit des Augustus): [*L. C*]*alpurnius L. f. templum Augusto cum ornamentis d*(*e*) *s*(*uo*) *f*(*ecit*). Den Anlass dazu dürften August's Verdienste um die Hebung des Handels von Puteoli, insbesondere mit Aegypten (vergl. Sueton *Aug.* c. 98) gegeben haben, da wir eine, wie es scheint, an den Erbauer dieses Tempels gerichtete Dedication besitzen (C. X, 1797) der *mercatores qui Alexandr*(*eai*), *Asiai, Syriai negotiantu*[*r*]. — Dagegen beruht der [*sacerdos Au*]*g. Victoriae Caesaris* in Ancona (C. IX, 5904) auf zweifelhafter Ergänzung.

[26] Suetonius *Aug.* 72; übrigens ist der angebliche *flamen Caesaris Augusti* wohl eher ein *flamen divi Augusti,* vergl. Dessau zu C. XIV n. 2964.

[27] In Forum Clodii hat es schon zu Augustus Zeit eine *ara numini Augusto dedicata* gegeben (C. XI, 3303); doch dürfte der Ort, der von Plinius als Praefectur bezeichnet wird, bereits durch Augustus höheres Stadtrecht erhalten haben, da vor dem J. 749 dort Duovirn genannt werden (C. XI, 3304—5).

[28] Als *cultores domus divinae* bezeichnen sich die Augustalen in Vercellae: C. V,

der Freigelassenen, eine Italien und den Provinzen gemeinsame, wenn auch in vielfältigen Variationen auftretende Form geschaffen hat.[29]

Neben den mannigfachen, aus municipaler Initiative hervorgegangenen Cultformen erscheint aber bereits in Augustischer Zeit auch im Westen der von vornherein in festen Formen auftretende Kaisercult der ganzen Provinz. Unter persönlicher Mitwirkung des damals in Lyon befindlichen Drusus ist in dieser Metropole des Nordens am ersten August des Jahres 742[30] von den drei durch Cäsar dem römischen Reiche gewonnenen gallischen Provinzen dem Augustus, im Verein mit der Göttin Roma, am Zusammenfluss der Rhône und Saône ein Altar geweiht und der erste Priester für den-

---

6657—58 und wahrscheinlich auch in Mediolanum und Novaria, vergl. v. PREMERSTEIN archaeol.-epigr. Mittheilungen XI S. 240. Dass jedoch in der Puteolanischen Inschrift (C. X, 1877) eines Augustalen die Worte *coluit annis XXXXV* auf den Augustuscult zu beziehen seien, halte ich allerdings mit MOMMSEN für ausgeschlossen, aber ebensowenig kann ich, besonders auch mit Rücksicht auf die Zufügung der Jahre, mit ihm (St. R. 3 S. 455 A. 6) darin die Bezeichnung eines *colonus* erblicken, die überhaupt und insbesondere in einer Handelsstadt, wie Puteoli höchst auffällig wäre. Dazu kommt, dass genau dieselbe Angabe sich in einer anderen Grabschrift eines Puteolaners, der übrigens nicht Augustalis war, findet (C. X, 1918): *Afranio Felici ... q(ui) vixit ann(is) LXXIIII, coluit ann(is) XXIII.* Nun werden in einer Inschrift, ebenfalls in Puteoli (C. X, 1874), *cultores centuriae Corneliae*, die MOMMSEN wohl mit Recht als Unterabtheilung der Augustalen fasst, genannt als Dedicanten an einen als *pater* bezeichneten Mann, wobei man am wahrscheinlichsten an den Mithrascult zu denken haben wird, und demgemäss dürfte auch das *coluit* in den obengenannten Inschriften auf diesen Cult zu beziehen sein, dem es sicherlich in der mit orientalischen Elementen so stark versetzten Bevölkerung von Puteoli an Anhängern nicht gefehlt haben wird.

[29] MOMMSEN spricht in seiner neuesten Behandlung (St. R. 3 S. 452 ff.) der Augustalität jeden religiösen Charakter ab und betrachtet dieselbe lediglich als eine Nachbildung der römischen Ritterschaft. Dass gewisse Analogieen zwischen diesen Corporationen bestehen, ist gewiss nicht zu verkennen; dass aber Augustus den Freigelassenen in den Municipien eine den Rittern in Rom entsprechende Stellung habe anweisen wollen, scheint mir schon mit Rücksicht auf die ablehnende Haltung, die er im Gegensatz zu Caesar den Freigelassenen gegenüber eingenommen hat, nicht wahrscheinlich. Eher würde ich die Corporationen der Apparitoren in Rom, die MOMMSEN selbst (St. R. I³ S. 341) als in gewissem Sinne für die Augustalität und die sonstigen municipalen Gilden eintretend bezeichnet, als Vorbild der Augustalität in Anspruch nehmen, wie auch vielleicht die *seviri Augustales* den *sex primi* dieser Körperschaften und nicht den *seviri equitum Romanorum* nachgebildet sein dürften. Zu einem wirklichen *ordo* und also einem zweiten, den Rittern in Rom entsprechenden Stande sind die ursprünglich als Colleg organisirten Augustalen gewiss erst im Laufe der Zeit und auch nicht überall geworden, wie z. B. in Gallia Narbonensis sie weder jemals diesen Namen führen, noch eine solche Stellung ihnen dort eingeräumt zu sein scheint. Dass die Augustalität aber überhaupt nicht der unmittelbare Abklatsch eines römischen Vorbildes sein sollte, zeigt meines Erachtens schon die Freiheit, die den einzelnen Gemeinden bei der Einführung und Ausbildung derselben gelassen worden ist.

[30] Das Jahr ist gesichert durch *Livius epit.* 139 und Dio 54, 32; aus der Angabe Suetons *Claud.* c. 2: *Claudius natus est Julio Antonio Fabio Africano consulibus* (a. 744) *kalendis Augustis Lugduni eo ipso die, quo primum ara ibi Augusto dedicata est* wird man jedoch vielleicht schliessen können, dass die Vollendung und Einweihung

selben aus dem seit alten Zeiten den Römern verbrüderten Stamme der Aeduer bestellt worden; in unmittelbarer Nähe des Altars hat sich dann ein Tempel des Augustus und vielleicht ein Amphitheater erhoben, dessen Reste in dem früheren *Jardin-des-Plantes* zu Tage getreten sein sollen.[31] Ebenso scheint in Narbo, der Hauptstadt der südlichen Provinz, wie eine neuerdings gefundene Inschrift, die uns noch beschäftigen wird, schliessen lässt, dem Augustus bereits bei seinen Lebzeiten ein Tempel am Forum[32] errichtet worden zu sein, während der im Jahre 11 n. Chr. dem Kaiser von der dankbaren Narbonensischen Plebs, wahrscheinlich in unmittelbarer Nähe des Tempels[33] errichtete Altar keineswegs, wie es häufig geschieht, als Object des Provinzialcultes angesehen werden darf.

Auch in dem diesseitigen Spanien ist dem Augustus anscheinend schon in den früheren Jahren seiner Regierung[34] ein Altar in Tarraco wahrscheinlich von den Bewohnern der Hauptstadt geweiht worden, während ihm ein Tempel von Seiten der Provinz erst kurz nach seinem Tode im Jahre 15 n. Chr. errichtet worden ist. Wenn jedoch Tacitus[35] seinem Berichte hinzufügt, dass diesem Beispiel alle Provinzen gefolgt seien, so ist dies nicht nur für die orientalischen, sondern auch für die gallischen Provinzen, in denen, wie wir gesehen haben, Tempel des Augustus bereits früher bestanden haben, nicht zutreffend. In der Baetica[35a] dagegen, wie auch in den übrigen westlichen und

---

desselben, und zwar wahrscheinlich im Beisein des Augustus (Dio 54, 36) erst zwei Jahre später stattgefunden hat.

[31] Strabo IV, 3, 2 spricht von dem Tempel und dem Altar mit den 60 Bildsäulen der gallischen, bei dem Concil vertretenen Stämmen; die letzten verdorbenen Worte καὶ ἄλλος μέγας sind vielleicht mit Recht in καὶ ἄλσος μέγα emendirt worden. — Über die Reste des Amphitheaters vergl. Allmer: *Trion* (1887) S. CLVIII ff.; als zu einer Exedra mit den Sitzen für die Abgeordneten gehörig betrachtet die gefundenen Reste Vermorel bei Renan *Marc-Aurèle* S. 331 A. 1.

[32] Über die dort aufgefundenen Reste vergl. Berthomieu *Bull. des travaux historiques* 1884 p. 376 ff.; unter Antoninus Pius scheint der durch den grossen Brand zerstörte Tempel wieder aufgebaut zu sein: C. XII p. 521 und zu n. 4393.

[33] C. XII zu n. 4333 (I, 13: *aram Narbone in foro posuit*); wenn damals auch schon der Tempel sich dort befand, so ist auffallend, dass seiner in der Inschrift des Altars keine Erwähnung geschieht; vielleicht fällt daher die Errichtung desselben in die allerletzten Jahre des Augustus.

[34] Vergl. Quintilian 6, 3, 77: *Augustus nuntiantibus Tarraconensibus, palmam in ara eius enatam, apparet, inquit, quam saepe accendatis.* Münzen mit der aus dem Altar spriessenden Palme: Eckhel I p. 58; mit der Aufschrift *deo Augusto:* I p. 57.

[35] *Ann.* I, 78. Restitution des Tempels durch Hadrian: *vita* c. 12.

[35a] Der *flamen col(oniarum) immunium provinciae Baetic(ae)*: C. II, 1663 (wohl aus früher Kaiserzeit) mag dem *flamen provinciae* in Baetica zeitlich vorausgegangen sein, wobei zu beachten ist, dass diese Colonien sämmtlich Julisch-Augustische sind. Allerdings findet sich ein *flamen coloniarum* auch in Dacien: C. III, 1482, anscheinend nach Einsetzung des Provinzial-Priesterthums (vergl. n. 1513), so dass die römischen Colonien in Dacien durch eine gewisse Cultgemeinschaft untereinander verbunden gewesen

nordöstlichen Provinzen, mit Ausnahme der wahrscheinlich bald nach der definitiven Aufgabe des rechten Rheinufers eingegangenen *ara Ubiorum*[36] fehlt es an sicheren Belegen für provinzialen Cult und Tempel bei Lebzeiten des Augustus, wenn auch vielleicht die *ara Augusti* in Scardona[37] und ähnliche Anlagen in anderen Provinzen, von denen spätere Zeugnisse Kunde geben, bis in jene Zeit zurückreichen mögen. Doch hat eine kürzlich in Africa zum Vorschein gekommene Inschrift die merkwürdige Thatsache ergeben, dass in dieser Provinz erst unter Vespasian der provinziale Kaisercultus, wenigstens in seiner späteren Gestalt organisirt worden ist,[38] während in Britannien derselbe schon unter Claudius, sofort nach der Besitzergreifung dieses barbarischen Landes seinen Einzug gehalten hat.[39]

Entscheidend für die Entwickelung oder vielmehr die Beschränkung des Kaisercultus[40] ist das Verhalten des Tiberius geworden. Auch er hatte keinen Anstand genommen, sich von den Gemeinden Asiens in Smyrna einen Tempel errichten zu lassen, allerdings nicht in Gemeinschaft mit der Göttin Roma, sondern mit seiner Mutter und dem Senat.[41] Nichts ist vielleicht bezeichnender für die souveräne Stellung,

---

zu sein scheinen. Der angebliche *Aug(ustalis) coloniar(um)* ist dagegen wohl nur, wie ich bereits früher vermuthet habe, aus falscher Lesung (COLON· ZAR· oder SAR·) entstanden. — Ein eigener *sacerd(os) Rom(ae) et Aug(usti) convent(us) Asturum* (derselbe Mann ist *flamen Augustalis provinciae Hispaniae citerioris*): C. II, 4223.

[36] Die Annahme Bergk's (zur Geschichte und Topographie der Rheinlande S. 141), dass bis ins vierte Jahrhundert Priester bei dieser Ara fungirt hätten, ist gewiss verfehlt. — Die von Domitius Ahenobarbus jenseits der Elbe errichtete *ara Augusti* (Dio 55. 10) hat wohl nur als Zeichen der Besitzergreifung dienen sollen.

[37] Ein *sacer[dos] ad aram Aug(usti) Lib[urn(iae)]* aus unbestimmter Zeit: C III, 2810.

[38] Cagnat *nouvelles explorations en Tunisie* (1887) S. 17 n. 10 (= Eph. VII n. 81): *sac(erdoti) p(rovinciae) A(fricae) a(nni) CXIII* in einer Inschrift aus den Jahren 183—5, vergl. p. 24: *'le texte tendrait à prouver, que Vespasien fut le créateur ou au moins le réorganisateur du concilium provinciae'*. Mir ist letzteres wahrscheinlicher, wenigstens scheint in Numidien ein *flamen provinciae* bereits früher fungirt zu haben: C.VIII, 7987 und dazu Mommsen Hermes I S. 60. An eine locale Aera denkt sicher mit Unrecht Guiraud S. 78 A. 6.

[39] Tacitus *ann.* 14. 31: *templum* (in Camulodunum) *divo Claudio constitutum quasi arx aeternae dominationis aspiciebatur; delectique sacerdotes specie religionis omnes fortunas effundebant.* Seneca *apocol.* c. 8: *quod templum in Britannia habet, quod hunc barbari colunt et ut deum orant* μωροῦ εὐιλάτου τυχεῖν. Übrigens ist, wie ich beiläufig bemerke, dieses ebenso witzige als bösartige Pamphlet sicherlich aus Anlass der von dem kaiserlichen Zögling Seneca's vollzogenen Cassirung der vom Senate decretirten Apotheose des Claudius veröffentlicht worden, vergl. Sueton. *Claud.* 45: *est . . in numerum deorum relatus; quem honorem a Nerone destitutum abolitumque recepit mox per Vespasianum.* — Betreffs der übrigen Provinzen vergl. Marquardt *Eph. epigr.* I S. 200 ff. und Guiraud S. 33 ff. und S. 51 ff.

[40] Über die Abnahme des Kaisercultes unter den Nachfolgern des Augustus vergl. Mommsen Staatsr. II³ S. 258 ff.

[41] Tacitus *ann.* 4, 15 (z. J. 23): *decrevere Asiae urbes templum Tiberio matrique eius ac senatui;* Smyrna unter 11 Städten zur Errichtung des Tempels im Jahre 26 vom

die Tiberius dem Senate eingeräumt wissen wollte, und es stehen damit in bestem Einklang die zahlreichen in Asien und einigen anderen Senatsprovinzen geprägten Münzen, die allem Anschein nach zuerst unter Tiberius die *ἱερὰ σύγκλητος* oder den *θεὸς σύγκλητος* in Bild und Umschrift feiern.[42] Im Occident dagegen hat Tiberius bei Gelegenheit eines Gesuchs der Baetica, ihm und seiner Mutter einen Tempel zu errichten, solchen Cultus entschieden abgelehnt und zwar mit der ausdrücklichen Motivirung, dass diese Ehre auf den Gründer des Kaiserreiches beschränkt bleiben solle.[43] Dementsprechend finden sich Tempel des Tiberius im Occident nirgends, Priester des Kaisers nur in wenigen italischen Städten[44] und bemerkenswerther Weise in den westlichen Provinzen, mit einer einzigen und dazu sehr verdächtigen Ausnahme,[45] gar nicht erwähnt, was um so schwerer ins Gewicht fällt, als für die Einsetzung eines municipalen Kaiserflamens allem Anschein nach die Einholung einer kaiserlichen Erlaubniss nicht einmal nothwendig gewesen ist. — Die Nachfolger Tiber's haben freilich anderen Grundsätzen gehuldigt und ohne Zweifel hat die Adulation unter Caligula und Nero ihren Höhepunkt erreicht, wenn auch monumentale Zeugnisse dafür bei der gründlichen Zerstörung der ihnen geweihten

---

Senat auserwählt: *ann.* 4, 55—56. Vergl. die Worte Tiber's 4, 37: ***exemplum (Augusti) promptius secutus sum, quia cultui meo veneratio senatus adiungebatur.*** Der Tempel auf Münzen von Smyrna: Eckhel II p. 547: Σεβαστὴ Σύνκλητος Ζμυρναίων ἱερώνυμος mit den Köpfen der Livia und des Senats und Σεβαστὸς Τιβέριος ἐπὶ Πετρωνίου, wohl bei Einweihung des Tempels im Jahre 28 oder 29 geschlagen: Waddington ***fastes Asiatiques*** p. 120. Bemerkenswerth ist, dass in der Aufschrift der Kaiserinmutter nicht Erwähnung geschieht und dass ihr Bild nicht mit Tiberius, sondern mit dem Senat gepaart ist. Bekanntlich war das Verhältniss zwischen Mutter und Sohn in den letzten Jahren ihres Lebens sehr kühl geworden.

[42] Vergl. die Zusammenstellung bei Mommsen Staatsr. III, 2 S. 1260 A. 3—4. Hr. Imhoof schreibt mir auf meine Anfrage: 'Die von mir angestellte Untersuchung hat ergeben, dass das Senatsbild und Kaiserportrait auf einer Münze noch auf Prägungen von Axos und Kydonia (Tiberius) und von Ilion (Galba) bis jetzt zu constatiren ist. Das Bild des Senats ohne Kaiserportrait tritt dagegen auf den Münzen der Provinz Asia ungemein häufig auf (Beispiele in meinen ***Monnaies Grecques*** S. 507), aber ich kenne keine, die auf Augustus zurückzuführen wäre. Ihre Vermuthung, dass diese Prägung erst unter Tiberius begonnen habe, scheint also vollkommen richtig zu sein.'

[43] In der merkwürdigen und, wenn auch wohl nicht dem Wortlaute, so doch gewiss dem Inhalte nach authentischen Rede bei Tacitus ***ann.*** 4, 37: ***omnes per provincias effigie numinum sacrari ambitiosum, superbum; et vanescet Augusti honor, si promiscuis adulationibus vulgatur.***

[44] Venusia: C. IX, 652; Surrentum: X, 688: vielleicht auch Pompeji: IV, 1180.

[45] C. II, 49 (Pax Julia in Lusitanien): *M. Aurelio C. f. Gal(eria) II vir(o), flamin[i] Ti. Caesaris Aug.*, wozu Huebner bemerkt: '*stat sola Resendii* (eines notorischen Fälschers) *fide, nec tamen falsa videtur*'. Schon der Name M. Aurelius in dieser Zeit erregt Verdacht. — Auffallenderweise noch in einer anscheinend dem dritten Jahrhundert angehörigen Inschrift (Lebas-Waddington n. 1224): ἱεράτευσεν καὶ αὐτὸς τοῦ κοινοῦ Λυκίων ἔθνους Τιβερίου Καίσαρος εὐσεβ[ῶ]ς.

Denkmäler und Inschriften fast gänzlich mangeln; wäre doch Nero schon bei Lebzeiten zum Divus gemacht worden, wenn der darauf im Senat gestellte Antrag nicht des bösen Omens wegen als allzu bedenklich abgelehnt worden wäre.[46] Domitian hat dann nach dem Vorgange des Caligula sich bereits bei Lebzeiten als Gott proclamirt,[46a] aber es hat noch zweier Jahrhunderte bedurft, ehe dieses Beispiel Nachahmung fand[47] und die mit Nerva beginnende Reihe maassvoller und nüchterner Kaiser bis auf Marc Aurel hat für sich, wenigstens in Italien und im Occident, nur die Verehrung in Anspruch genommen, die ihnen innerhalb des Rahmens des bereits seit Augustus zu einem integrirenden Theile der Reichsverfassung gewordenen Kaisercultus, in dem das persönliche Element fast ganz zurücktritt,[48] als Zeichen der Loyalität dargebracht werden musste. Dagegen hat der Cult der Göttin Roma, der mehr und mehr gegen den mit ihr gemeinsam verehrten Herrscher in den Hintergrund getreten war, durch Hadrian, der ihr und der Venus Genetrix, ohne Zweifel als der Stammmutter des Julischen Kaiserhauses, einen prächtigen Doppeltempel in Rom weihte, einen neuen Impuls in Italien und den Provinzen des Westens erhalten.[49]

Wir haben in den vorstehenden Betrachtungen nur den Cult des regierenden Herrschers ins Auge gefasst; es bleibt die Frage zu

---

[46] Tacitus *ann.* 15, 74 (z. J. 65): *reperio in commentariis senatus Cerialem Anicium consulem designatum pro sententia dixisse, ut templum divo Neroni quam maturrime publica pecunia poneretur. Quod quidem ille decernebat tamquam mortale fastigium egresso,* doch wurde der Antrag abgelehnt (die Worte sind verdorben): *nam deum* (vielleicht *divum* zu lesen) *honor principi non ante habetur, quam agere inter homines desierit.*

[46a] Suetonius *Caligula* c. 22: *templum etiam numini suo proprium et sacerdotes et excogitatissimas hostias instituit* etc.; betreffs Domitian vergl. Plinius *paneg.* c. 52. Eckhel VIII p. 460 ff.

[47] Victor *Caesares* c. 39, 4: (*Diocletianus*) *se primus omnium Caligulam post Domitianumque dominum palam dici passus et adorari se appellarique uti deum.* Doch gilt dies bereits von Aurelianus, vergl. Mommsen Staatsr. II³ S. 760. — Auch die ungewöhnliche Bezeichnung des Grabmals der *gens Flavia* als *templum* (vergl. Nissen Templum S. 7), die nicht mit Hinweis auf das Ciceronische *fanum* (*ad Attic.* XII, 36) gerechtfertigt erscheint, findet vielleicht darin ihre Erklärung, dass Domitianus für sich und die Seinigen auch nach dem Tode göttliche, nicht nur heroische Verehrung in Anspruch nahm.

[48] Daher sind Priester regierender mit Namen bezeichneter Herrscher in den occidentalen Provinzen meines Wissens überhaupt nicht und auch in Italien nicht sicher nachweisbar, denn in der Puteolanischen Inschrift C. X, 1558 ist die Ergänzung auf [*ministra*]*e sacerdoti*(*i*) *di*[*vini nostri im*]*peratoris Ti. Claud*[*i*] um so zweifelhafter, als Priesterinnen für den Cult des Kaisers wenig passen, und in der oberitalischen Inschrift C. V, 7458, in der Mommsen im Index p. 1182 einen Priester des Trajan (bei Lebzeiten) restituirt, könnte Z. 9 der Titel *proc(urator)* ausgefallen sein.

[49] Preller Röm. Mythol. II³ S. 356 ff. Priester der *urbs Roma aeterna* ausserhalb Roms: C. XII. 1120 (doch wohl echt) in Apta aus hadrianischer Zeit und V, 6991 in Taurini.

erörtern, in wie weit auch den übrigen Mitgliedern des kaiserlichen Hauses göttliche Verehrung zu Theil geworden ist. In den Reichen der Diadochen ist schon in früher Zeit neben dem König auch seine Gemahlin mit fast gleichen göttlichen Ehren bedacht[50] und bei den Attaliden sind selbst die Brüder des Königs nicht ganz übergangen worden.[51] Auch Livia hat schon bei Lebzeiten ihres kaiserlichen Gemahls im Orient göttliche Verehrung genossen und in Athen eine Priesterin gehabt;[52] einen Tempel der Octavia, der Schwester des Kaisers, der wohl nach ihrem Tode errichtet sein wird, erwähnt Pausanias[53] in Korinth. Selbst Tiberius hat, wie der ihm und seiner Mutter geweihte Tempel in Smyrna beweist, im Orient den Cult der Kaiserinmutter geduldet und sogar im Occident sich der Bestellung von Priestern und Priesterinnen für dieselbe wenigstens nicht widersetzt;[54] hingegen hat er ihre vom Senat beantragte Consecration verhindert, die bekanntlich erst von ihrem Enkel Claudius vollzogen

---

[50] Für die Ptolemaeer vergl. Lepsius in der A. 3 angeführten Abhandlung S. 484 ff. 488. 491; betreffs der Seleuciden: Spanheim *de praestantia et usu numismatum* I p. 420 fg.; betreffs der Attaliden vergl. oben A. 2; Gelzer, Abhandl. der Berliner Akad. 1872 S. 70 und eine im Berliner Museum befindliche, noch unedirte Inschrift von Hierapolis, in der nach Mittheilung von Hrn. Fränkel sich folgende Worte finden: ἐπεὶ βασίλισσ[α Ἀπ]ολλωνὶς εὐσεβής, γυνὴ μὲν θεοῦ βασιλέως Ἀττάλου μήτη[ρ δ]ὲ βασιλέως Εὐμένου σωτῆρος μεθέστηκεν εἰς θεούς.

[51] C. J. G. 3067 Z. 13 und 33.

[52] Pergamenische Münzen mit der Aufschrift Λιβίαν Ἥραν bei Mionnet II p. 542, *suppl.* V p. 429; Stufe im Dionysos-Theater in Athen ἱερήας Ἑστί[ας....] καὶ Λειβίας καὶ Ἰουλίας: C. J. A. III n. 316. Vergl. auch Eckhel VI p. 156 und die Sicilische, anscheinend bei Lebzeiten des Augustus gesetzte Inschrift C. X, 7464: *Liviae Augusti deae municipium.* Die Verehrung der Livia als Ceres ist durch Inschriften und Münzen hinreichend bezeugt.

[53] Pausanias II, 3, 1: ὑπὲρ δὲ τὴν ἀγορᾶν ἐστιν Ὀκταβίας ναὸς ἀδελφῆς Αὐγούστου. Ausserdem ist auf Korinthischen Münzen ein Tempel der *gens Julia* dargestellt (Cohen, *méd. imp.* I² p. 173 n. 19—21).

[54] Vereinzelte Beispiele von Priestern und Priesterinnen der Julia Augusta, wohl bei ihren Lebzeiten gesetzt, finden sich in Gallia Narbonensis (C. XII, 1363 und 4249) und in Baetica (C. II, 194), wo sie auf Münzen und Inschriften (Eckhel VI p. 154; C. II, 2038) als *genetrix orbis* gefeiert wird und die Errichtung eines Tempels für sie und Tiberius nur durch die energische Ablehnung seitens des Letzteren verhindert worden ist (Tacit. *ann.* 4, 37). Ebenfalls aus Tiber's Zeit ist die Dedication an die *Ceres Julia Augusta* in Gaulos, vollzogen von einer *sacerdos Augustae imp(eratoris) perpet(ua)* und ihrem Mann, einem *f'amen G[a]ul(itanorum) Juliae Augusti imp(eratoris) perpet(uus)*: C. X, 7501; die Worte *imp. perpet.* stehen übrigens beidemal auf Rasur und sind wohl nur eine ungeschickte Restitution, denn Augustus konnte nach seinem Tode nicht als *Augustus imperator* und noch weniger als *imperator* schlechthin bezeichnet werden und wird auch in der Dedication selbst ganz correct *divus Augustus* genannt. Die von Mommsen selbst aufgegebene (C. X *add.* p. 994) Beziehung des *imp(erator) perpet(uus)* auf Augustus ist wohl nur aus Versehen auch in die neueste Auflage des Staatsrechts (II³ S. 794 A. 2) übergegangen.

worden ist,[55] nachdem bereits der Vorgänger desselben seine Lieblingsschwester Drusilla in den Himmel erhoben hatte. Seit dieser Zeit ist die Apotheose nicht nur regelmässig den Kaiserinnen, sondern auch zahlreichen anderen weiblichen Mitgliedern des Kaiserhauses bis auf Hadrian, der sogar seine Schwiegermutter in den Himmel erhob, zu Theil geworden, während unter den späteren Kaisern mit Ausnahme des Orientalen Severus Alexander, der seine Grossmutter Julia Maesa zur Diva machte, diese Ehre ausschliesslich den Kaiserinnen reservirt geblieben zu sein scheint.[57]

Den Prinzen des kaiserlichen Hauses hat Augustus im Westen weder bei ihren Lebzeiten, noch nach dem Tode göttliche Verehrung angedeihen lassen, und selbst den zur Thronfolge bestimmten Enkeln Gaius und Lucius ist, wie die bekannten Pisaner Beschlüsse und nicht minder das Schweigen der übrigen Inschriften beweist, ein officieller göttlicher Cult nicht zu Theil geworden, wenn ihnen auch in Nemausus nach ihrem Tode ein Tempel, die noch jetzt erhaltene *Maison-Carrée* errichtet worden ist.[58] Anders freilich im Orient: Agrippa wird in Mytilene, wo er zwei Jahre in freiwilliger Verbannung zugebracht hatte, als θεὸς σωτὴρ τᾶς πόλιος, sein Sohn Lucius ebenda nach seinem Tode als θεός, in Athen Gaius als νέος Ἄρης gefeiert. Auch Tiberius hat noch vor seiner Adoption, wohl unmittelbar nach seiner Vermählung mit Julia, in dem karischen Nysa einen lebenslänglichen Priester erhalten,[59] und ein bis mindestens auf Hadrian dauernder

[55] Seine Mutter Antonia hat derselbe Kaiser bekanntlich zwar nicht apotheosirt, aber ebenfalls nach ihrem Tode hoch geehrt; daher findet sich in einer wahrscheinlich noch unter Claudius gesetzten Athenischen Inschrift ein ἀρχιερεὺς Ἀντωνίας Σεβαστῆς (C. J. A. III, 652) und eine Sitzstufe des Dionysos-Theaters (n. 315) trägt die Inschrift ἱερήας [θεᾶς?] Ἀν[τ]ωνίας. Dieser Cult dürfte sich allerdings kaum über den Tod des Claudius hinaus erhalten haben.

[56] Dies Kind erhält vom Senat *honorem divae et pulvinar aedemque et sacerdotem*: Tacit. *ann.* 15, 23, was durch Münzen und die Arvalacten bestätigt wird.

[57] Vergl. Mommsen, St. R. II³ S. 833 A. 4 (vergl. A. 3 über die 16 im Jahre 183 officiell verehrten *Divi* bez. *Divae*) und das Verzeichniss der *Divi* und *Divae* von Mowat *bull. épigr.* V p. 308 ff. und VI p. 31 ff. Die angebliche Schwester des Maximinus: Paulina (vergl. Mowat *bull. épigr.* 5 p. 233) ist mehr als problematisch; ob Mariniana (6 p. 32 n. 46) die Schwester oder die Frau des Valerianus gewesen, ist zwar zweifelhaft, aber gegen letztere Annahme liegen keine ernstlichen Bedenken vor.

[58] C. XII, 3156; an der richtigen Herstellung der Inschrift aus den Spuren der Bronzebuchstaben durch Séguier ist nicht zu zweifeln. Dass Nemausus in einem besonders nahen Verhältniss zu Agrippa und seinem Hause gestanden hat, geht aus den mit dem Doppelbildniss des jungen Caesar und des Agrippa versehenen Münzen und aus Inschriften (C. XII, 3153 ff., vergl. S. 381 fg.) deutlich hervor; daraus erklärt sich auch, dass nach dem Zerwürfniss zwischen Tiberius und Gaius gerade die Nemausenser die Bilder und Statuen des Ersteren sofort umgestürzt haben: Sueton *Tiber.* c. 13.

[59] C. J. G. 2176 (Mytilene): ὁ δᾶμος θεὸν σωτῆρα τᾶς πόλιος Μάρκον Ἀγρίππαν τὸν εὐεργέταν καὶ κτίσταν; Cichorius athen. Mittheil. 13 S. 61 (Mytilene, zwischen 755

Cult ist in Athen für den älteren Drusus, wahrscheinlich freilich erst unter der Regierung seines Sohnes Claudius, gestiftet worden.[60]

Auch Germanicus und der jüngere Drusus haben göttliche Ehren im Orient genossen;[61] aber bemerkenswerther ist, dass ihnen nach ihrem frühen Tode auch in einzelnen Provinzen des Occidents, allerdings ausschliesslich in einigen Julisch-Augustischen Colonien von Südfrankreich und Spanien, wahrscheinlich auf freie Initiative dieser Gemeinden eigene Priester bestellt worden sind, die jedoch den Untergang des Julisch-Claudischen Geschlechtes nicht überdauert haben dürften.[62] Eine wirkliche Apotheose ist aber keinem dieser Prinzen zu Theil geworden; erst Domitian hat seinen in zartem Alter gestorbenenen Sohn zum Divus erklären lassen[63] und auch in späterer Zeit ist nur äusserst selten den nicht zum Throne gelangten Kaisersöhnen diese Ehre nach ihrem Tode zuerkannt worden.[63] Noch einen

---

und 757 gesetzt): Agrippa als *θεὸς σωτὴρ τᾶς πόλιος*, Lucius als *θέος*, während Gaius noch als *νεότατος ἁγεμών* = *princeps iuventutis*. — C. I. A. 3, 444: *ὁ δῆμος Γάϊον Καίσαρα Σεβαστοῦ υἱόν, νέον Ἄρη.* C. J. G. 2943 (Nysa): *ἱερεὺς Τιβερίου Κλαυδίου Νέρωνος διὰ βίου* im Jahre 753, also während der Exilszeit in Rhodos.

[60] Dass der *ἱερεὺς Δρούσου ὑπάτου* in zahlreichen athenischen Inschriften dem älteren Drusus gilt, hat Dittenberger *eph. epigr.* I. S. 117 ff. erwiesen. Von diesen Inschriften sind zwei (n. 68a. b, vielleicht auch n. 1078) unter Claudius, eine (n. 1085) unter Nero, eine unter Trajan oder Hadrian (n. 623. 624. 656. 662) gesetzt; zwei (n. 1009—10) sind nicht datirbar. In die Zeit des Augustus will Dittenberger n. 1 und 1005 setzen, doch scheint die erstere vielmehr, wie auch Dittenberger offen lässt, der Zeit des Claudius anzugehören, und die Datirung der letzteren ist ganz unsicher. Auch Mommsen (bei Dittenberger a. O. S. 117) ist geneigter, die Einsetzung dieses Cultes in Athen in die Zeit des Claudius hinabzurücken.

[61] C. J. G. 3528 (bei Kyme?): *θεοῦ νέου Γερμανικοῦ Καίσαρος καὶ θεᾶς Αἰολίδος καρποφόρας Ἀγριππείνας*, ebenso in der Mytilenaeischen Inschrift bei Cichorius Athen. Mittheil. d. Instit. 13 (1888) S. 63, vergl. C. J. G. 2183; Germanicus als *θεός* und Agrippina als *θεὰ Αἰολίς* auf Münzen von Mytilene: Eckhel VI S. 214. — Germanicus und Drusus als *νέοι θεοὶ φιλάδελφοι*: Eckhel VI S. 211.

[62] Inschriften, wohl sämmtlich der Julisch-Claudischen Zeit angehörig, von Vienna (C. XII, 1872) und vielleicht Narbo (n. 4363) in der Narbonensis, ferner Olisipo in Lusitanien (C. II, 194) bezeugen den *flamen Germanici Caesaris*, in Nemausus (C. XII, 3180. 3207) combinirt mit Augustus und Drusus: *flamen Romae et divi Augusti, item Drusi et Germanici Caesarum*. Die *pontifices Caesarum* aus der Zeit des Tiberius (C. II 2038—40) in Baetica scheinen dagegen von dem *pontifex domus Augustae* (C. II, 1663. 2105; vergl. die *flaminica domus Augustae:* II, 1663. 1678) nicht verschieden zu sein; vergl. Mommsen Hermes 17 S. 642 fg.

[63] Unrichtig führt Mowat (*bull. épigr.* 6 p. 32 n. 45) den Sohn des Decius als Divus auf, während Eutrop IX, 4 sagt: *senior* (der Vater) *meruit inter Divos referri*. Das erste sichere Beispiel nach Domitian ist *Divus Caesar Valerianus*: Eckhel VII p. 422, während sein jüngerer Bruder nicht consecrirt worden ist. Dass der *divus Nigrinianus* ein Sohn des Carinus gewesen (vergl. Cohen VI² S. 409 A. 1; Mowat a. O. 5 S. 234), hält auch Hr. v. Sallet nach mündlicher Mittheilung für so gut wie sicher. Unzweifelhaft ist ferner die Consecration des Sohnes des Maxentius: Romulus (Mowat n. 62). Hingegen ist Crispus (Mowat n. 64) aus der Liste zu streichen, da in der spanischen Inschrift (C. II, 4764 = Orelli 1078) *d(omino) n(ostro)*, nicht *divo* zu lesen

Schritt weiter ist der Senat unter Trajan gegangen, indem er den wahrscheinlich bereits vor der Thronbesteigung des Sohnes gestorbenen Vater Trajan's unter die Götter erhob, ebenso wie Vespasian seiner Gattin Domitilla, die er als Privatmann verloren hatte, als Kaiser dieselbe Ehre hatte erweisen lassen; jedoch hat Trajan's Beispiel nur noch einmal im dritten Jahrhundert unter Kaiser Philippus Nachahmung gefunden.[64] Dass diese Apotheosirung einen weniger officiellen Charakter als die übrigen gehabt habe, ist zwar an sich nicht unwahrscheinlich, aber nicht, wie neuerdings vermuthet worden ist, aus den Worten des jüngeren Plinius, mit denen er des älteren Traianus gedenkt, zu schliessen.[65]

Alle diese Consecrationen, einschliesslich der Kaiserinnen, haben jedoch für den Cult der gesammten Provinzen keine Bedeutung gehabt, während in den einzelnen Gemeinden die Priesterinnen der Kaiserinnen neben den municipalen Kaiserpriestern bald zu einer stehenden Institution geworden sind. Auf die mannigfachen Varietäten des Kaisercultes in den Municipien und Colonien hier einzugehen, darf ich mir um so eher versagen, als derselbe bereits früher von mir, allerdings in localer Begrenzung, einer Untersuchung unterzogen worden ist;[66] dagegen dürfte es, auch nach den bisher erschienenen Schriften, welche diesem Gegenstande gewidmet sind,[66a] nicht überflüssig sein,

---

ist. Dass der Geburtstag des als Caesar gestorbenen Adoptivsohnes des Hadrian: L. Aelius in den *natales Caesarum* verzeichnet ist (vergl. Mowat a. O. 5 S. 238), wird schwerlich auf eine Verfügung Hadrians (trotz *vita* c. 7: *templa in nonnullis urbibus fieri iussit*), sondern eher seines zur Regierung gelangten Sohnes L. Verus zurückzuführen sein, gehört also gewissermaassen unter die in der folgenden Anmerkung besprochenen Fälle.

[64] Vergl. Mowat *bull épigr.* 5 p. 229ff. Die Apotheosirung des Vaters des Kaisers Hadrianus nimmt Mowat fälschlich auf Grund der Inschrift bei Orelli 804: *hospiti divi Hadriani patris senatoris* an, wo jedoch in den guten Copien, wie mir Bormann mittheilt (vergl. auch Henzen *bull. d. J.* 1858 p. 121), vielmehr *patri senatoris* (zu beziehen auf den dem Ritterstande angehörigen Mann, dem die Inschrift gesetzt ist) überliefert ist. Die angebliche Consecrirung des Cn. Domitius Ahenobarbus, des Vaters des Nero, beruht nur auf einer schlechten Überlieferung bei Ps.-Seneca *Octavia* v. 249 (*ed.* Leo).

[65] Dies thut Mowat a. O. S. 229, während meines Erachtens (ebenso urtheilt Eckhel VI p. 436) die Worte des Plinius (*paneg. c.* 89) nach Anrufung des Divus Nerva: *tu, pater Traiane, nam tu quoque, si non sidera, proximam tamen sideribus obtines sedem* nur bedeuten können, dass die Apotheose damals noch nicht vollzogen war, da sonst Plinius sicher nicht den Vater des Kaisers als trotz derselben nicht in den Himmel gehörig bezeichnet hätte.

[66] *Annali d. Inst.* 1866 p. 28—77: *i sacerdozi dei municipj Romani nell' Africa.* Vergl. E. Desjardins: *le culte des Divi et le culte de Rome et d'Auguste* in *Revue de philologie* 3 (1879) p. 33—63.

[66a] Marquardt *de provinciarum Romanarum conciliis et sacerdotibus* in *Ephemeris epigr.* I S. 200 ff. und jetzt besonders die vortreffliche Schrift von Paul Guiraud: *les assemblées provinciales dans l'empire Romain* (Paris 1887).

die Stellung der provinzialen Kaiserpriester, und zwar insbesondere im Occident ins Auge zu fassen, um so mehr als eine ganz kürzlich in Narbo gefundene Bronzeinschrift, die allem Anschein nach noch der Zeit des Augustus angehört, gerade in dieser Hinsicht werthvolle Aufschlüsse gegeben hat.[67] Ob dieselbe als eine Ergänzung des Stadtrechtes von Narbo, oder des Provinzialgesetzes, auf das in Z. 3 mit den Worten [*secundum lege*]*m iusque eius provinciae* Bezug genommen wird, anzusehen ist, kann fraglich erscheinen; Mommsen hat sich mit Rücksicht darauf, dass Z. 17. 18 in den Worten *si flamen in civitate esse desierit* die *civitas* ohne jeden Zusatz die Gemeinde von Narbo bezeichnet, für die erstere Auffassung entschieden, jedoch darf man wohl die Frage aufwerfen, ob nicht bei Erlass dieses Gesetzes überhaupt nur dieser eine Kaiserflamen in der ganzen Narbonensischen Provinz existirt habe und die municipalen Flamines erst eine, wenn auch sicher wenig spätere Schöpfung in derselben sind;[68] die Art wenigstens, wie in dem Gesetz von dem Flamen schlechtweg (nur in Z. 21 tritt der Zusatz *Augus*[*talis*] hinzu) die Rede ist, scheint mir eine solche Annahme zu empfehlen.

Das Object des Provinzialcultus ist, wie aus den bereits angeführten Zeugnissen für Pergamon, Lugudunum und anderen Orten unzweideutig hervorgeht, der regierende Kaiser im Verein mit der römischen Stadtgöttin gewesen, während der Cult des *Divus Julius* nirgends mit demselben combinirt worden ist und in den westlichen Theilen des römischen Reiches[69] anscheinend nur eine geringe Verbreitung gefunden hat.[70] Nach dem Ableben des Augustus musste aber die Frage entschieden werden, ob dieser Cult fürderhin dem apotheosirten Kaiser oder dem neuen Herrscher oder etwa beiden gemeinsam gelten solle. Diese Frage ist offenbar nicht durch ein allgemein verbindliches Regulativ von Rom aus entschieden, sondern, so weit wir sehen können, entsprechend der spontanen Einführung des Cultus, den einzelnen Provinzen zur Regelung überlassen worden. Während nämlich in Spanien und Sardinien die Vereinigung des

---

[67] C. XII, 6038 mit Bemerkungen und Ergänzungen von Mommsen und mir. Z. 27 scheint der *imperator Cae*[*sar Augustus*] auf den ersten Kaiser bezogen werden zu müssen.

[68] Die von mir Z. 18 mit einem Fragezeichen eingesetzte Ergänzung *flamen coloniae* ist ganz hypothetisch und hauptsächlich mit Rücksicht auf die Worte Z. 20 *annuorum flamin*[*um*], die einen Gegensatz zu erfordern scheinen, gewählt; vergl. unten A. 94.

[69] Über die Verehrung des *Divus Julius* im Osten: Krause *neokoros* S. 14 A. 36; vergl. auch C. J. A. III, 612; C. J. L. III, 386.

[70] Einen *flamen divi Julii* finde ich in den westlichen Provinzen nur bezeugt für die beiden Julischen Colonien Reii in der Narbonensis (C. XII, 370) und Cirta in Numidien (C. VIII, 7986). In Italien findet sich ein solcher in Terventum (C. IX. 2598) und in mehreren Städten Oberitaliens (C. V *ind.* p. 1182).

Cultus der Divi mit dem des regierenden Kaisers in dem Titel der Priester deutlich hervortritt,[71] fehlen jene in den Inschriften der anderen Provinzialpriester durchaus. Die eigenthümliche Stellung Spaniens in dieser Hinsicht findet vielleicht darin ihre Erklärung, dass erst nach dem Tode des Augustus der Tempel in Tarraco von der Provinz erbaut und demgemäss dem *Divus Augustus* geweiht worden ist, und auch in der Baetica scheint während der Regierung des Augustus ein Kaisertempel der ganzen Provinz noch nicht vorhanden gewesen zu sein.[73] Im Allgemeinen aber wird man mit der Annahme nicht fehl gehen, dass der Provinzialcult, wie es seiner Entstehung und Tendenz entspricht, dem regierenden Herrscher reservirt blieb, während die Verehrung der *Divi* den einzelnen Gemeinden, in denen es an inschriftlichen Belegen für die Priester derselben nicht mangelt, überlassen worden ist.

Der Titel des Provinzialpriesters lautet entweder *flamen* oder *sacerdos*, während mit dem in Africa, Sardinien und den Donauprovinzen nachweisbaren Titel *sacerdotalis* in der Regel nur die gewesenen Provinzialpriester bezeichnet werden.[74] Der Name *flamen* ist nach Ausweis der Inschriften üblich in Spanien,[75] der Narbonensis

[71] Der volle Titel lautet in der Tarraconensis *flamen Romae Divorum et Augustorum provinciae Hispaniae citerioris*, oder *flamen Romae et Divorum Augustorum*, oder *flamen Divorum Augustorum provinciae Hispaniae citerioris* (C. II *ind.* p. 761), doch scheinen die betreffenden Inschriften nicht über das zweite Jahrhundert hinaufzugehen. Daneben begegnen die Titel *flamen Romae et Augusti*, *flamen Augusti* oder *Augustalis* und, weitaus am häufigsten, *flamen provinciae Hispaniae citerioris* ohne weiteren Zusatz. — In der Baetica findet sich *flamen Divorum Augustorum provinciae Baeticae* (darunter n. 2344 aus dem Jahre 101), *flamen Augustalis* (in einer interpolirten Inschrift: n. 3271) und zweimal ein *flamen provinciae Baeticae* ohne Zusatz; in Lusitanien ein *flamen divi Augusti provinciae Lusitaniae* wohl aus früher Kaiserzeit (C. II, 473, nach HÜBNER's Ansicht echt, doch s. unten A. 82), und in mehreren Inschriften ein *flamen provinciae Lusitaniae*. — Ausserhalb Spaniens tritt der Titel *flamen divorum Augustorum* bei Provinzialpriestern nur in Sardinien (C. X, 7599) auf; man könnte noch hierherziehen den [*sacerdos?*] *templi divi* [*Augusti quod est Nar*]*bone* (C. XII, 392), was sich aber damit doch nicht vollständig deckt. In den übrigen Provinzen erscheinen dagegen die *Divi* niemals in dem Titel des Provinzialpriesters, der als *sacerdos arae* oder *ad aram Augusti* (*sacerdos arensis* in einer Inschrift von Périgueux) auch *Augusti nostri*, d. h. des regierenden Kaisers (vergl. z. B. C. III, 1433), oder *Romae et Augusti* bez. *flamen Augusti*, oder auch als *flamen* bez. *sacerdos provinciae* schlechthin bezeichnet wird. — Vergl. auch GUIRAUD a. O. S. 32 ff.

[73] Wenigstens wird man dies mit Wahrscheinlichkeit aus der im Jahre 25 gestellten Petition der Provinz Baetica, dem Tiberius und seiner Mutter einen Tempel zu bauen, schliessen dürfen.

[74] Vergl. für Africa *Annali d. J.* 1866 S. 69 ff.; in Pannonia superior: *C.* III, 4183; *Eph. epigr.* IV, 482; vielleicht auch in Pannonia inferior: *C.* III, 3488. 3626 (fraglich ob Provinzialpriester); in Dacien: *Eph.* IV, 138; in Sardinien: *C.* X, 7518. Vergl. die *flaminales viri* in der Tarraconensischen Inschrift C. II, 4248.

[75] Neben den überaus zahlreichen *flamines provinciae Hispaniae citerioris* (C. II p. 750 fg.) findet sich nur ein *sacerdos Romae et Aug*(*usti*) *p*(*rovinciae*) *H*(*ispaniae*)

und den Alpenprovinzen, während in Lugudunum, in Africa und in dem Donaugebiet der Titel *sacerdos* durchaus vorherrscht.[76] Auch in dieser sachlich bedeutungslosen Verschiedenheit tritt zu Tage, dass die Regelung der Cultformen nicht nach einer von oben erlassenen gleichmässigen Norm erfolgt ist. Vielleicht hat man den ersteren Namen vornehmlich mit Rücksicht darauf gewählt, dass der kaiserliche Provinzialpriester, wie das neugefundene Narbonner Reglement unzweideutig zeigt, in seinen Rechten und Pflichten dem *flamen Dialis* in Rom nachgebildet worden ist:[77] ein deutliches Zeichen, eine wie hervorragende Stellung der Kaisercult in den Provinzen von vornherein einzunehmen bestimmt war.[77a]

Wie dem *flamen Dialis* seine Gattin, ausgestattet mit priesterlichem Charakter und gewissen Rechten und Pflichten, so steht dem Kaiserflamen die seinige in ähnlicher Weise zur Seite: [*uxor fla*]*minis*, so heisst es in der Urkunde von Narbo, *veste alba aut purpurea vestita* .... *neve invita iurato neve corpus hominis mor*[*tui attingito neve funus exsequitor (?) nisi necessa*]*rii hominis erit eique spectaculis publicis eius* [*provinciae loco .... interesse liceto*]: Bestimmungen, die augenscheinlich den für die Frau des *flamen Dialis* und zwar nur dieses Flamens geltenden nachgebildet sind. Ohne Zweifel hat auch die Gemahlin des Provinzialflamen gleich der des *flamen Dialis* von vornherein den Titel *flaminica* geführt und wie diese nach einer allerdings wohl erst späteren Auslegung als Priesterin der Juno gilt,[78] so wird der *flaminica* bald der Cult der Kaiserinnen zugefallen sein, wenn sie auch ursprünglich nur als Gemahlin des Provinzialflamen an den religiösen Functionen ihres Gatten betheiligt gewesen sein dürfte. Keineswegs aber wird man annehmen dürfen,[79] dass erst nach der Apotheose der Livia durch Claudius solche Provinzialpriesterinnen

---

c(*iterioris*): C. II, 4248, wenn nämlich, woran ich zweifle, die Inschrift richtig überliefert ist und nicht vielmehr dieser *sacerdos Romae et Augusti*, wie die sonst diesen Titel tragenden, als municipaler Priester und die *provincia Hispania citerior* als Dedicantin zu fassen ist.

[76] Ausnahmslos in Lugudunum, in Dacia, Liburnia, Moesia, Pannonia superior und inferior; ferner in Africa und im vierten Jahrhundert in Numidien, während in einer anscheinend dem ersten Jahrhundert angehörigen Numidischen Inschrift (C. VIII, 7987) ein *flamen provinciae* erscheint; ebenfalls ein *flamen provinciae* in Mauretania Caesariensis: C. VIII, 9409. Auch in Sardinien ist der Titel *sacerdos* der gewöhnliche, jedoch findet sich daneben ein vielleicht davon nicht verschiedener *flamen divor*(*um*) *Aug*(*ustorum*) *ex consensu provin*(*ciae*): *C.* X, 7599.

[77] Die Belege dafür sind im Commentar zu C. XII, 6038 gegeben.

[77a] Bezeichnend ist auch die Nebeneinanderstellung des *Juppiter optimus maximus ac divus Augustus ceteriq*(*ue*) *omnes di immortales* in dem Treuschwur der Aritienser vom Jahre 37: *C.* II, 172.

[78] Plutarch *q. R.* 86: τὴν φλαμινίκαν ἱερὰν τῆς Ἥρας εἶναι δοκοῦσαν.

[79] Marquardt *eph. epigr.* I p. 200.

eingesetzt worden sind, da der Provinzialcult sich, wie wir gesehen haben, in erster Linie auf die lebenden Herrscher bezog und nur ausnahmsweise auch die apotheosirten mitumfasste. Übrigens scheint die Theilnahme der Frauen an dem Provinzialpriesterthum sich durchaus nicht auf alle Provinzen erstreckt zu haben; denn während *flaminicae* der Municipien und Colonien in allen Theilen des römischen Reiches inschriftlich bezeugt sind, lassen sich Provinzialpriesterinnen nur im Orient[80] und in den, auch in dieser Hinsicht sich nahe berührenden Provinzen Spanien und Gallia Narbonensis nachweisen;[81] in den übrigen westlichen Provinzen ist dagegen bis jetzt kein einziges Zeugniss einer Provinzialpriesterin zu Tage getreten.

Entgegengesetzt den von Augustus für Asien befolgten Grundsätzen ist der Kaisercult in den westlichen Provinzen sofort als ein für die römischen Bürger bestimmter ins Leben getreten und sind ausschliesslich mit solchen die Priesterstellen besetzt worden. In der langen Reihe der inschriftlich bezeugten Provinzialpriester ist vielleicht mit einer einzigen Ausnahme[82] keiner, der nicht mit Sicherheit oder wenigstens mit grosser Wahrscheinlichkeit als römischer Bürger angesehen werden muss,[83] und die Bestimmung des Narbonensischen Reglements (Z. 14—15), dass jeder Provinzialflamen während und nach Ableistung seines Priesteramtes in seiner Curie Sitz und Stimme haben soll, ist ebenfalls nur unter dieser Voraussetzung denkbar. Dass die Provinzialpriester nach Ausweis der Inschriften regelmässig vorher in ihrer Heimath sämmtliche Ehrenstellen, oft auch den municipalen Flaminat bereits bekleidet haben,[84] mag allerdings in älterer Zeit vielleicht nicht auf gesetzlicher Vorschrift beruht haben, sondern nur üblich gewesen sein; dem Decurionenstande haben diese Priester in

---

[80] Beispiele bei MARQUARDT a. O. p. 211; vergl. auch WADDINGTON zu Lebas n. 885.

[81] Für Hispania citerior und Lusitania zahlreiche Beispiele C. II p. 751; für Baetica fehlt es an Belegen. Aus Gallia Narbonensis ist, abgesehen von der Narbonner Bronzetafel, nur ein Beispiel (C. XII, 2516) überliefert. Vielleicht haben auch in den Alpenprovinzen *flaminicae provinciae* fungirt; der *flaminicus* und die *flaminica* in Seduni (C. XII, 140) sind jedoch wohl Municipalpriester.

[82] Es ist das die bereits oben (A. 71) citirte Inschrift eines *Albinus Albini f. flamen divi Aug(usti) prov(inciae) Lusitaniae*: C. II, 473; nach dem Namen zu schliessen, ist Albinus nicht römischer Bürger gewesen.

[83] Vergl. die Liste der spanischen Priester: C. II p. 750 fg. und der Lugudunensischen bei BERNARD *le temple d'Auguste* p. 86 ff.; auch der erste Priester des Lyoner Altars, der Aeduer C. Julius Vercondaridubnus ist, wie sein Name zeigt, römischer Bürger und dasselbe gilt von dem Priester der *ara Ubiorum* Segimundus, dem Sohne des Segestes, da letzterer von Augustus mit dem Bürgerrecht beschenkt worden ist (Tacitus *ann.* I, 58).

[84] Nichts ist häufiger in den Inschriften der Provinzialpriester, als der Zusatz *omnibus honoribus apud suos* oder *in patria* bez. *domi functus;* für Spanien vergl. HUEBNER im C. II p. 541; für die anderen Provinzen GUIRAUD a. O. S. 85.

späterer Zeit sicher stets angehört,[85] wie auch die Narbonensische Ordnung offenbar das für den Decurionat festgesetzte Alter von 25 Jahren für sie voraussetzt[85a] und ein irgendwie sicheres Beispiel eines vor diesem Termin zum Provinzialpriesterthum gelangten Mannes nicht bekannt geworden ist;[86] ja es kann, nachdem die vorherige Bekleidung der municipalen Ämterreihe allgemeine Regel geworden war, kaum Jemand vor dem dreissigsten Jahre zu dieser Würde gelangt sein.

Über den Wahlmodus geben unsere literarischen Quellen keinen Aufschluss. Denn das Zeugniss des Aristides, das nach Waddington's Ansicht, der sich andere Gelehrte blindlings angeschlossen haben,[87] besagen soll, dass dieser Sophist von den Smyrnaeern auf dem Provinzialconcil zum ἀρχιερεὺς Ἀσίας vorgeschlagen, als dritter oder vierter gewählt und für seine Wahl die Bestätigung des Proconsuls eingeholt worden sei, bezieht sich gar nicht auf das Priesterthum von Asien, für welches die Smyrnaeer Aristides als Candidaten aufzustellen auf sein Zureden verzichtet hatten,[88] sondern vielmehr auf das Asklepios-

---

[85] Für die späte Zeit vergl. die in den *Annali d. J.* 1866 S. 72 gegebenen Belege, besonders Cod. Theodos. XII, 1, 77.

[85a] Sitz und Stimme im Senat wird dem fungirenden, wie dem abgetretenen Flamen in dem Narbonensischen Reglement ausdrücklich zugestanden (Z. 4 und 14), ebenso wie sie dem *flamen Dialis* in Rom zukam, vergl. Marquardt St.-V. III² S. 329.

[86] In zwei Lyoner Fragmenten (Boissieu *inscr. de Lyon* p. 91. 92), die sich auf den Provinzialpriester Q. Licinius Venator beziehen, finden sich die Worte, in dem einen: *qui sacerdotium apud aram duo et* . . ., in dem anderen: . . . *ginti anno* . . . . *s sacerd* . . . . . *rere p* . . . . . Mommsen (*ann. d. J.* 1853 p. 60) hat, unter Beistimmung von Marquardt und Anderen (zweifelnd spricht sich Guiraud a. O. S. 90 fg. aus) die erste Inschrift ergänzt: *qui sacerdotium apud aram duo et* [*viginti annos natus obtinuit*], die zweite: [*qui duo et vi*]*ginti anno*[*s natus creatu*]*s sacerd*[*os est*]. Da aber in beiden Fragmenten der Vater des Geehrten: Licinius Tauricus erwähnt ist, den ein drittes in Lyon gefundenes Fragment ebenfalls als Provinzialpriester zu nennen scheint, so möchte ich eher an eine Ergänzung denken, wie *qui sacerdotium apud aram duo et* [*viginti annos post patrem gessit*] und in dem zweiten Fragment: [*cui duo et vi*]*ginti anno*[*s post patrem a tribus provinciis Gallii*]*s sacerd*[*otium apud aram Aug. ge*]*rere p*[*ermissum est*]. Die (von mir gesehenen) Inschriften scheinen der Schriftform nach dem zweiten Jahrhundert anzugehören; dass in dieser Zeit einem so jungen Manne die Priesterwürde in Lyon übertragen worden sei, halte ich für nicht denkbar. — Dass Segimundus sechs Jahre nach Bekleidung des Priesterthums der *ara Ubiorum* als *iuvenis* bezeichnet wird (Tacitus *ann.* I, 57), verstattet keinen sicheren Schluss auf sein Alter.

[87] Waddington *mémoires de l'acad. des inscriptions* 1867 p. 252 und zu Lebas n. 885; ebenso Marquardt *ephem.* I p. 210; Monceaux, *de communi Asiae provinciae* (Paris 1885) p. 50. Guiraud a. O. S. 84, der allerdings für die anderen Provinzen die Ingerenz des Statthalters in Abrede stellt.

[88] Aristides ἱερ. λογ. IV t. 1 p. 531 Dind.: ὡς δὲ παρῆλθον εἰς τὴν ἐκκλησίαν . . . οἱ παρεσκευασμένοι . . τὴν ἱερωσύνην τὴν κοινὴν τῆς Ἀσίας ἀνατιθέντες μοι καὶ τὸν δῆμον ἐσπάσαντο οὐ χαλεπῶς. καὶ ἅμα αἱ ἀρχαὶ περιΐσταντό με ἄλλος ἄλλοθεν ἐπαινῶν καὶ βοῶν καὶ πρὸς τὸν δῆμον τῇ παρακλήσει φιλοτιμούμενοι . . . λόγον δ' αἰτήσας οὕτως ἔπειτα

Priesterthum, zu dem er allerdings gewählt wurde, aber, wie er sagt mit Hülfe des von ihm gepriesenen Gottes, durch den Proconsul von allen Geschäften entbunden worden sei.[89] Ob bei der Wahl zum Provinzialpriester in Asien überhaupt eine Ingerenz des Proconsuls anzunehmen sei, ist demnach sehr zweifelhaft; sollte dies aber auch dort der Fall gewesen sein, wo bei der lebhaften Concurrenz zahlreicher Städte eine höhere Instanz vielleicht nicht selten angerufen werden musste, so finden wir dagegen in den westlichen Provinzen von einer Einmischung des Statthalters in die Wahl nirgends eine Spur; wahrscheinlich wird man vielmehr den Provinzialconcilien, die ja eine zu einer gewissen Controle der kaiserlichen Beamten berufene Vertretung der Provinzialen bilden sollten, auch in dieser Hinsicht wenigstens den Schein der Unabhängigkeit gewahrt haben. — Aus den inschriftlichen Zeugnissen geht für die Wahl der Provinzialpriester nur so viel hervor, dass sie mit Einwilligung, und zwar häufig auf einstimmigen Beschluss des Concils (*ex consensu provinciae*),[90] bestellt wurden, worin man aber wohl nicht so sehr ein Wahlrecht, als die formale Bestätigung einer bereits vollzogenen Wahl zu sehen haben wird. Vielmehr liegt die Annahme nahe, dass die zu der Beschickung des Landtages berechtigten Städte in einem gewissen Turnus[90a] den Provinzialpriester zu bestellen hatten und die Wahl in der betreffenden Gemeinde, sei es vom Volke selbst,

---

ὥστε ὁ δῆμος ταύτης μὲν ἀπέστη τῆς ἀξιώσεως, ἐψηφίζετο δέ μοι τὴν ἱερωσύνην τοῦ Ἀσκληπιοῦ μάλα φαιδρῶς ἅπας, ἔτι δ᾽ ἦν ἐν κατασκευῇ τότε ὁ νεὼς ὁ πρὸς τῷ ἔξω λιμένι.

[89] Aristides a. O. p. 532: *ἀφείθην γὰρ πάντων πραγμάτων ἐν περιόδῳ τῶν ναῶν τῶν ἐν Ἀσκληπιοῦ. οὕτω πρὸς ἡμᾶς ἔσχεν ὁ ἡγεμών* (der Proconsul). *οἶμαι δ᾽ οὐκ ἐκεῖνος μᾶλλόν τι ἢ ὁ τῷ ὄντι καὶ καθάπαξ ἡγεμών* (d. h. Asklepios). Eine ähnliche Einwirkung des Proconsuls auf die Wahl des Eirenarchen bezeugt, wie Waddington hervorhebt, Aristides a. O. p. 523 ff.

[90] C. II, 2344 (a. 101): *hic provinciae Baeticae consensu flamini*[*s*] *munus est consequutus;* XII, 392: [? *sacerdos*] *templi divi* [*Aug. quod est Nar*]*bone, in quod* [*sacerdotium uni*]*versa provin*[*cia consentiente adl*]*ectus est.* Vergl. Henzen n. 5967: [*a t*]*rib*(*us*) *provinci*(*i*)*s Ga*[*lliis ornatus sacerdot*]*io,* wo allerdings die Ergänzung nicht sicher ist. Dass unter der Formel *ex consensu provinciae* der einstimmige Concilbeschluss zu verstehen sei, folgert Guiraud a. O. S. 108 fg. mit grosser Wahrscheinlichkeit aus der in der Inschrift von Thorigny gebrauchten Wendung: *cum Cl*(*audio*) *Paulin*[*o*] . . . . *instinctu quorund*[*am*] . . . *quasi ex consensu provin*[*c*(*iae*)] *accussationem instituere tentar*[*ent*].

[90a] Bei Errichtung des Lyoner Altars wird den Anderen das Recht eingeräumt, den ersten Provinzialpriester zu stellen. In einer verstümmelten Inschrift von Lyon (*Revue du Lyonnais* 1868 p. 94, vergl. *ser.* III t. 5 p. 359 ff.) scheint ein solcher Priester als Erster, den die Gemeinde der Turones entsandt habe, bezeichnet zu werden. Vergl. das Verzeichniss der Heimatsorte der Provinzialpriester für Hispania citerior in C. II p. 750, darunter auch mehrere kleinere Orte; Tarraco ist natürlich weitaus am stärksten vertreten; für die Narbonensis sind Nemausus, Tolosa, Vienna als Heimatstädte von Provinzialpriestern bezeugt; für Lugudunum vergl. Guiraud a. O. p. 94, der ebenfalls einen bestimmten Turnus anzunehmen geneigt ist.

wie es in Asien nach der Schilderung des Aristides[91] der Fall gewesen zu sein scheint, sei es unter lebhafter Betheiligung desselben von den Decurionen vollzogen[92] und dann von dem Concilium ratificirt worden sei; nur in Sardinien scheint dieselbe, die dort eigenthümlicher Weise als *adlectio* bezeichnet wird, den Decurionen der Hauptstadt Karales zugestanden zu haben.[93] Leider ist das Capitel des Narbonensischen Reglements, das von der Wahl des Flamen handelte, bisher nicht aufgefunden worden und auch die Bestimmungen über die bei Eintritt einer definitiven Vacanz nothwendig werdende Vertretung sind nur verstümmelt überliefert: es solle, heisst es darin, für den Fall, dass nicht bereits eine Ersatzwahl *(subrogatio)*, wie sie wohl bei einer auf einen bestimmten Termin angekündigten Niederlegung des Amtes erfolgen konnte, stattgefunden hatte, ein Ersatzmann drei Tage nach erfolgter Benachrichtigung eintreten und die Opfer und sonstigen Functionen vollziehen; wenn derselbe mindestens 30 Tage diese Vertretung geübt habe, so sollen auf ihn die in diesem Gesetz für den ordentlichen Flamen festgesetzten Bestimmungen ebenfalls Anwendung finden. Die Angabe, wer zu diesem Ersatz zu berufen sei, ist in Folge der Verstümmelung der Bronzetafel verloren gegangen; jedoch lassen die Worte in Z. 20: *eo ordine habeto, quo annuorum flamin*[*um habentur*] und in Z. 21: *siremps lex ius causaque esto, quae flamini Augus*[*tali . . . erit*] vielleicht darauf schliessen, dass ein lebenslänglicher Colonialpriester zur Vertretung des Provinzialflamen berufen werden sollte, möglicherweise der älteste Pontifex oder etwa ein Flamen des Jupiter oder Mars, an den man mit Rücksicht auf den Gegensatz zu den *annui flamines* und dem *flamen*

---

[91] S. oben A. 88.

[92] Das möchte man nach Analogie der Magistratswahlen annehmen; auf lebhafte Betheiligung des Volkes bei der Aufstellung der Candidaten lässt aber Paulus *sent.* V, 30a schliessen: *petiturus magistratus vel provinciae sacerdotium si turbam suffragiorum causa conduxerit, servos advocaverit aliamve quam multitudinem conduxerit, convictus ut vis publicae reus in insulam deportatur.* Vergl. C. X 7940 in der folgenden Anmerkung. Ein municipaler *flamen Romae et divi Augusti* in Apta *suff*[*ragiis populi factus?*]: C. XII, 1121.

[93] C. X, 7917: *sac*[*er*]*d*(*oti*) *prov*(*inciae*) *Sard*(*iniae*) *adlec*[*to*] *ab splendidissimo ordine* [*Ka*]*ral*(*itanorum*) *ex consensu prov*(*inciae*) *Sar*[*d*(*iniae*)]. C. X, 7940: [*sacerdos*] *urb*(*is*) *Rom*[*ae et . . .*] *prov*(*inciae*) *Sard*(*iniae*) *ad*[*le*]*c*[*t*]*u*[*s ab*] *splendidiss*(*imo*) [*o*]*rd*(*ine*) *Ka*[*ralitan*]*o*[*rum*] *s*[*t*]*udiis* [*populi factus?*]; vergl. auch n. 7518: *cooptato et adlecto in quinque decurias et inter sa*[*c*]*erdotales prov*(*inciae*) *Sardiniae*, wo trotz der Verbindung mit den *quinque decuriae*, in welche die Aufnahme durch den Kaiser erfolgte, doch die *adlectio inter sacerdotales* durch die Decurionen von Karales erfolgt sein wird. In den beiden ersteren Inschriften handelt es sich offenbar um die Ernennung des Provinzialpriesters, nicht etwa um die Aufnahme in die Rangklasse der *sacerdotales*. Vergl. auch C. III, 4814: *adlect*(*us*) *sacerd*(*os*) (vielleicht nicht Provinzialpriester) und die verstümmelten Inschriften C. XII, 370. 392.

Augustalis am liebsten denken würde, dessen Existenz aber wenigstens für Narbo nicht bezeugt ist.[94]

Die Wahlen müssen geraume Zeit vor dem Zusammentritt des Concils stattgefunden haben, wie auch in Smyrna sofort in der ersten Versammlung des Jahres diese Angelegenheit zur Sprache gebracht wird und erst einige Zeit darauf die Gesandten zum Concil abgehen;[95] dass die Provinzialflamines in einigen spanischen Inschriften *designati* heissen,[96] weisst darauf hin, dass sie nicht unmittelbar nach Abhaltung des Concils, dessen Zeit in den einzelnen Provinzen sehr verschieden war, sondern vielleicht mit Beginn des Magistratsjahres ihr Amt antraten. Ablehnung der Wahl wird ohne gesetzliche Befreiungsgründe nicht gestattet gewesen sein, und eine vom Kaiser verliehene Immunität, die wohl von municipalen Lasten befreite und auf Grund deren z. B. Aristides der Eirenarchie entging,[97] scheint in älterer Zeit für das Provinzialpriesterthum nicht existirt zu haben. Erst von Severus ist zunächst für Asien, dann auch für die übrigen Provinzen bestimmt worden, dass der Besitz von fünf Kindern als hinreichender Excusationsgrund gelten solle.[98] Erblichkeit des Provinzialpriesterthums hat in Asien thatsächlich wenigstens vielfach bestanden, im Westen finden sich dagegen nur vereinzelte Beispiele von Bekleidung des Priesterthums durch Mitglieder verschiedener Generationen derselben Familie.[99]

---

[94] Die von mir zweifelnd vorgeschlagene Ergänzung (C. XII, 6038) möchte ich aus dem oben (S. 848) angeführten Grunde nicht aufrecht erhalten. An den zuletzt abgetretenen Flamen denkt (nach brieflicher Mittheilung) Hr. P. Krueger in Königsberg. Doch scheint mir mit dieser Annahme die gewissermassen gegensätzliche Betonung der Jährigkeit und auch die Bestimmung in Z. 21 schwer vereinbar zu sein.

[95] Aristides a. O. S. 531: *ἱσταμένου δὲ τοῦ ἔτους καὶ γιγνομένης ἐκκλησίας τῆς πρώτης .... τὴν ἱερωσύνην τὴν κοινὴν τῆς Ἀσίας ἀνατιθέντες μοι .... καὶ συμβαίνει μετὰ τοῦτο συνέδρους μὲν ἐξιέναι Σμυρναίων εἰς Φρυγίαν ἄνω καὶ μέλλειν φέρειν τοὐμὸν ὄνομα* (hier allerdings für das Asklepios-Priesterthum) *ἐν τῷ συνεδρίῳ τῷ κοινῷ.* Vielleicht war es Vorschrift, dass die Priesterwahlen in der ersten Versammlung des Jahres zur Verhandlung kommen mussten.

[96] C. II, 2220. 4196.

[97] Aristides l. c. S. 523 und 525; auch die von Antoninus Pius den Rhetoren, Philosophen, Aerzten gewährte Immunität (Modestinus *digg.* 27, 1, 6 §. 8) erstreckt sich offenbar nicht auf das Provinzialpriesterthum.

[98] Papinian *digg.* 50, 5, 8 *pr.*

[99] Vergl. Guiraud a. O. S. 87 fg. Auch an Stelle des gestorbenen *flamen Dialis* in Rom wird im Jahre 23 sein Sohn bestellt: Tacitus *ann.* 4, 16. Vergl. betreffs der von Ps.-Callisthenes bezeugten Erblichkeit des Priesterthums Alexanders in Aegypten Mommsen, Röm. Gesch. 5, S. 568 A. 1: 'die Erblichkeit ist vermuthlich in der Weise zu denken, dass ein gewisser Kreis von Personen durch Erbrecht berufen war und der Statthalter aus diesen den Jahrpriester bestellte'.

Das Amt des Provinzialpriesters ist, ebenso wie das Priesterthum des Alexander und der aegyptischen Könige,[100] sowohl im Orient, als auch im Occident ein jähriges, wie bestimmte Zeugnisse und neuerdings das Narbonensische Reglement, in dem ausdrücklich dieselben als *annui flamines* bezeichnet werden, unzweifelhaft machen.[101] Auch hierin zeigt sich deutlich der Ursprung dieser Institution aus dem Orient, da die begrenzte Amtsdauer der Priesterthümer dem römischen Brauche zuwider läuft.[102] In den asiatischen Provinzen ist, entsprechend dem aegyptischen Alexanderpriester,[103] der Provinzialpriester eponym,[104] während in den westlichen Provinzen ihm, allem Anschein nach, die Eponymität versagt geblieben ist. Mehrfache Bekleidung des Amtes ist im Orient nicht selten[105] und gewiss auch im Occident gestattet gewesen,[106] doch ist bemerkenswerth, dass die zahlreichen Inschriften im Occident bisher kein Beispiel der Iteration geboten haben.

Über die Functionen der Provinzialpriester, denen in den orientalischen Provinzen, allerdings wohl erst in späterer Zeit, die Aufsicht und Disciplinargewalt über die übrigen Priester der Provinz übertragen ist,[107]

---

[100] Wescher *rev. archéol. n. s.* 14 (1866) S. 161 ff.; Lumbroso *l'Egitto al tempo dei Greci e dei Romani* p. 150.

[101] Zu den von Marquardt St. V. I S. 259 A. 7 und S. 506 A. 1 gegebenen Belegen ist hinzuzufügen die oben A. 38 angeführte Inschrift eines *sac(erdos) p(rovinciae) A(fricae) a(nni) CXIII*; vielleicht auch C. VIII, 4580: *ob honorem sacerdoti(i) sui statuam sibi anno expleto posuit.* Über die Jährigkeit der Versammlungen der Concilien vergl. Marquardt a. O. S. 507 A. 1; Guiraud a. O. S. 78 ff.

[102] Vergl. Mommsen zu C. XII, 6038 Z. 20, der darauf hinweist, dass, wenn das Provinzialpriesterthum lebenslänglich gewesen wäre, die nicht in der Hauptstadt ansässigen Priester gezwungen gewesen wären, dauernd ihre Heimat aufzugeben. Doch ist dies wohl nur ein secundäres Moment und die Anlehnung an das griechisch-orientalische Vorbild entscheidend.

[103] Lumbroso a. O. S. 150 und zahlreiche Datirungen nach dem Königspriester in den Contracten der Diadochenzeit. — Datirung der Kaufcontracte der späteren Kaiserzeit *ἐφ' ἱερέων τῶν ὄντων ἐν Ἀλεξανδρείᾳ* bei Hartel: über die griechischen Papyri (Wien 1886) S. 63 fg.

[104] Eckhel IV p. 213; Marquardt a. O. S. 506 A. 1. Hierauf gehen auch die corrupten Worte des Epictet *dissert.* I, 19, 26 ff. betreffs des Kaiserpriesters in Nicopolis: *ἀλλ' οἱ τὰς φωνάς φασι γράφοντες γράψουσι τὸ ἐμὸν ὄνομα*, was Casaubonus in *τὰ σύμφωνά* (= *pacta*) *φησι* emendiren will; jedoch würde man eher *τὰς συγγραφάς* erwarten; daher würde ich *ὠνάς* für *φωνάς* zu schreiben vorziehen, vergl. Boeckh zu C. J. G. 1756: '*ὠνή est syngrapha venditionis*'.

[105] Guiraud a. O. S. 91; Benndorf, Reisen in Lykien (Wien 1884) S. 71.

[106] Hermogenianus *digg.* 50, 4, 17 *pr.*: *sponte provinciae sacerdotium iterare nemo prohibetur.*

[107] Guiraud a. O. S. 127 und S. 247 hält dies wohl mit Recht für eine Erweiterung der Competenz der Provinzialpriester durch Maximinus Daza, dem in der That eine solche Maassregel von Eusebius und Lactantius zugeschrieben wird; ob Dio Chrysostomus mit den Worten *τοὺς ἁπάντων ἄρχοντας τῶν ἱερέων* (*orat.* 35 p. 432) an eine Disciplinargewalt der Provinzialpriester gedacht hat, ist allerdings sehr fraglich.

fliessen die Nachrichten spärlich;[108] in dem erhaltenen Stücke des Narbonensischen Reglements wird die Darbringung der üblichen Opfer[109] und die gewissenhafte Verwendung der für heilige Zwecke, insbesondere wohl für Erhaltung und Verschönerung des Tempels bestimmten Gelder vorgeschrieben mit der Bestimmung, dass aus den Überschüssen Statuen des Kaisers gesetzt werden sollen, worüber die Controle vielleicht dem Proconsul eingeräumt worden ist.[110] In Lyon hat für die Ausgaben des Concils und insbesondere für die Ausrichtung der Spiele eine unter eigener Verwaltung des Landtages stehende Provinzialcasse, die *arca Galliarum* gedient.[111] Der Vorsitz im Provinziallandtag und bei den damit verbundenen Spielen hat dem Provinzialpriester ebenso im Occident, wie im Orient[112] zugestanden, woraus sich auch erklärt, dass in der Narbonner Tafel, inmitten der Bestimmungen über die Ehren und Rechte des Flamen, die Vorschrift über den Ort, an dem das Concil abzuhalten sei, sich eingefügt findet.[113] Ob er verpflichtet war, das ganze Jahr an dem Vororte der Provinz zuzubringen, ist fraglich; doch lässt die allerdings verstümmelte Bestimmung des Narbonner Gesetzes (Z. 4), dass er während seiner Amtsführung Sitz und Stimme in der Curie seiner Heimath haben und unter den Decurionen den Spielen[114] beizuwohnen berechtigt sein solle, darauf schliessen, dass er nur einen Theil des Jahres von Hause abwesend

---

[108] Zusammengestellt bei Marquardt a. O. S. 505.

[109] C. XII, 6038 Z. 16 und 19; auch der *flamen Augustorum*, der ein *taurobolium provinciae Narbonensis pro salute imperatorum* (Severus und seines Sohnes) in Narbo vollzieht (C. XII, 4323), ist sicher ein Provinzialpriester. Bemerkenswerth ist die nahe Beziehung der Taurobolien in Gallien zu dem Kaisercult, vergl. C. XII p. 926.

[110] Doch ist die Ergänzung im C. XII, 6038 Z. 26 fg. keineswegs gesichert.

[111] Vergl. Mommsen R. G. 5 S. 86 A. 1; Guiraud a. O. S. 140 ff.

[112] Tertullian. *spectac.* c. 11: *apparatus agonum idololatria conspurcat de coronis profanis, de sacerdotalibus praesidibus*; vergl. Marquardt a. O. S. 505 A. 4; *Ann. d. J.* 1866 p. 71. Dass übrigens der in der Inschrift von Thorigny genannte Sollemnis *'selon toute probabilité président de l'assemblée'*, in der über das Tadelvotum gegen den Statthalter verhandelt wurde, gewesen sei, ist eine durch nichts gerechtfertigte Annahme Guiraud's (a. O. S. 109), da der Titel *sacerdos* in den gallischen Inschriften ebenso für den activen, wie den gewesenen Provinzialpriester gebraucht wird. Betreffs der vielerörtetenen Frage über die Identität bez. den Unterschied der ἀρχιερεῖς Ἀσίας und der Ἀσιάρχαι vergl. Guiraud a. O. S. 97 ff. und besonders die von Mommsen bei Benndorf Lykien S. 157 versuchte Lösung.

[113] C. XII, 6038 Z. 22 ff. Dieser hat sich ohne Zweifel in der Regel neben dem Tempel bez. Altar des Kaisers befunden; vergl. C. J. G. 4039 = Perrot *exploration de la Galatie* p. 261: ὅπου τὸ Σεβαστῆον ἐστιν καὶ ἡ πανήγυρις γείνεται· καὶ ὁ ἱππόδρομος. Betreffs Lugdunum vergl. oben S. 840 A. 31; die bekannten Versammlungsorte der Concilien sind zusammengestellt bei Guiraud a. O. S. 74 fg.

[114] C. XII, 6038 Z. 5: [*inter decuriones s*]*enatoresve subsellio primo spectan*[*di ludos . . . . . ius esto*]. Nicht richtig habe ich nach *ludos* ergänzt: *publicos eius provinciae*, denn bei diesen hat er den Vorsitz und sie finden in Narbo statt, während es sich hier, wie die Anfangsworte zeigen, um die Spiele in seiner Heimat handelt.

zu sein brauchte; von Tutelen und wahrscheinlich auch von anderen Verpflichtungen gegen seine Gemeinde ist er jedoch für die Dauer seines Amtes befreit gewesen.[114a] — Lictoren, oder wahrscheinlich dem römischen Herkommen entsprechend ein Lictor steht dem Flamen bei seinen Amtshandlungen zur Verfügung;[115] sein Amtskleid, das er bei den Opfern und Spielen und auch nach Niederlegung des Amtes bei diesen und an den Jahrestagen der Opfer anlegt, ist die Praetexta[115a], während das Purpurgewand den orientalischen Priestern und den municipalen Flamines zusteht;[116] die Gemahlin des Flamen soll, nach den Bestimmungen des Narbonner Reglements, bei festlichen Gelegenheiten in weissem oder purpurnem Gewande erscheinen und bei den Spielen einen Ehrenplatz einnehmen. Der goldene Kranz, das Insigne der orientalischen Priester,[117] ist mit Ausnahme von Afrika und Dacien,[118] das bekanntlich vorzugsweise mit asiatischen Colonisten neu bevölkert ward und demgemäss zahlreiche Spuren von orientalischem Ritus aufweist, in den nördlichen und westlichen Provinzen nicht nachweisbar; erst im vierten Jahrhundert bildet derselbe den Schmuck der den Provinzialpriestern nachgebildeten Priester italischer Landschaften,[119] während in den westlichen Provinzen, dem römischen Ritus gemäss,

---

[114a] Modestinus *digg.* XXVII, 1, 6 §. 14; vergl. GUIRAUD a. O. S. 94.

[115] C. XII, 6038 Z. 2: [*cum rem divinam faciet sacrificab*]*itque, lictores* [*qui magistratibus apparent, ei apparento*]. Diese (von MOMMSEN vorgeschlagene) Ergänzung steht nicht im Widerspruch mit der in Rom durchaus festgehaltenen Einzahl der priesterlichen Lictoren; vergl. MOMMSEN St. R. I³ S. 390 ff.

[115a] C. XII, 6038 Z. 16. Jedoch trägt der *flamen Dialis* stets die *praetexta*, die übrigen Priester dagegen nur bei den Spielen und der Verrichtung ihrer Functionen: MOMMSEN St. R. I³ S. 422. Ganz analog ist die Bestimmung der *lex coloniae Genetivae* c. 66 betreffs der Colonialpriester: *pontificibus auguribusque ludis, quot publice magistratus facient, et cum ei pontific*(*es*) *augures sacra publica c*(*oloniae*) *G*(*enetivae*) *J*(*uliae*) *facient, togas praetextas habendi ius potestasq*(*ue*) *esto.*

[116] Dio Chrysost. *orat.* 35 p. 432: *στέφανος καὶ πορφύρα.* Vergl. Athenaeus V, 47 p. 211 *b*: *αἰτησαμένῳ ὅπως πορφυροῦν τε χιτωνίσκον φορή*[*σε*]*ι καὶ χρυσοῦν στέφανον* und betreffs des Alexanderpriesters in Aegypten vergl. Ps.-Callisthenes III, 33 *ed.* MÜLLER: *κεκοσμημένος χρυσέῳ στεφάνῳ καὶ ποσφυρίδι.* Pacatus *panegyr.* c. 37: *reverendos municipali purpura flamines*; Minucius Felix *Octav* c. 8.

[117] Vergl. die in der vorhergehenden Anmerkung citirten Stellen und Philostrat *vit. soph.* I, 21, 2; Epictet *dissert.* I, 19, 29: *ἀλλὰ χρυσοῦν στέφανον φορήσω.* Über die *στεφανηφόροι*: ECKHEL IV p. 212 ff.

[118] Für Africa vergl. Tertullian *de idolol.* c. 18, der allerdings ohne locale Beschränkung von den *coronae aureae sacerdotum provincialium* spricht (die dort erwähnte *purpura* bezieht sich aber nicht, wie GUIRAUD S. 124 A. 4 meint, auf die Provinzialpriester). Für Dacien C. III, 1433: *sacerdos arae Aug*(*usti*) *n*(*ostri*) *coronatus Dac*(*iarum*) *trium;* dagegen steht in der Dacischen Inschrift Eph. 4 p. 65, wie die Revision des Steins ergeben hat (STUDNICZKA, archaeol.-epigr. Mittheil. 8 S. 50), nicht *coronatus*, sondern *creatus*.

[119] Vergl. über dieselben MOMMSEN in Berichten der S. G. d. W. 1850 S. 65.

der Apex und die Kopfbinde von den provinzialen und wahrscheinlich auch den municipalen Kaiserpriestern getragen worden sind.[120]

Unter den Ehrenrechten, die dem abgetretenen Flamen in dem Narbonner Gesetz eingeräumt werden, nimmt, abgesehen von der Mitgliedschaft an dem Provinzialconcil[121] und der Curie seiner Heimat, die in der Verzeichnung zweier *sacerdotales* in dem *album Thamugadense* auch für die spätere Zeit und für Africa eine Bestätigung findet,[122] das Recht der Statuensetzung unser Interesse in Anspruch. Darnach soll auf Antrag des Nachfolgers dem abgetretenen Flamen, wenn dieser sich in seiner Amtsführung gegen das Gesetz nicht vergangen hat, wahrscheinlich von den Mitgliedern des Concils, die ihren Beschluss nach Vereidigung und vielleicht in geheimer Abstimmung zu fassen haben,[123] die Erlaubniss ertheilt werden, sich selbst

---

[120] Pacatus *paneg.* c. 37: *insignes apicibus sacerdotes,* wo sicherlich die Provinzialpriester zu verstehen sind; den Apex des Municipalflamen bezeugt die Darstellung desselben auf dem Stein eines Flamen von Apta: C. XII, 1114; Verleihung der *ornamenta flamonii*: C. XII, 408. 4232. — Die *vittae,* die Segimundus als *sacerdos apud aram Ubiorum* zerreisst (Tacit. *ann.* I, 57) gehören ebenfalls sicher zu seiner Tracht (vergl. den *sacerdos vittatus*: Wilmanns 2621) und sind nicht etwa als Schmuck des Altars zu verstehen.

[121] C. XII, 6038 Z. 14: [*eidem i*]*n curia sua et concilio provinciae Narbonesis inter sui ordinis secundum le*[*gem* .....] *sententiae dicendae signandique ius esto.* Über die Ergänzung der Lücke vergl. die Anmerkung zu der Inschrift; Mommsen (vergl. auch St. R. III, 2 S. IX A. 1) versteht unter *signare* die schriftliche Abstimmung; Mispoulet *bull. critique* 1888 S. 192 ff. will es nur auf bestimmte Beschlüsse des Provinzialconcils, für welche eine besondere Beglaubigung erforderlich gewesen wäre, beziehen. Erinnern könnte man dafür an die Worte am Schlusse eines ψήφισμα einer Schauspielergesellschaft aus Hadrianischer Zeit (C. J. G. 6786 = C. J. L. XII, 3232): ... ἔγραψα καὶ ἐσφρά[γισα]. Übrigens scheint auch bei gewissen Concilienbeschlüssen eine namentliche Unterzeichnung der abstimmenden Mitglieder vorgeschrieben gewesen zu sein und möglicherweise knüpft daran die Sitte der Unterzeichnung der Concilienbeschlüsse durch die Bischöfe an (vergl. über diese Bruns Kleinere Schriften 2 S. 66 ff.); wenigstens stehen unter einem jetzt verlorenen Beschluss der 14 von einem Erdbeben betroffenen asiatischen Städte zu Ehren Tiber's (C. J. G. 3450 mit Boeckh's Anmerkung) die Namen der Deputirten (neun sind noch erhalten) mit bei jedem Namen zugefügtem ἔδοξεν. Dies meines Wissens einzige Document dieser Art scheint von Bruns in seiner oben genannten Abhandlung über die Subscriptionen übersehen worden zu sein.

[122] Eph. III p. 78 = C. VIII, 2403; sie haben dort ihre Stelle nach den *viri perfectissimi.* Unmittelbar nach den *clarissimi* werden sie aufgezählt in einem Erlass des Jahres 412: Cod. Theodos. XVI, 5, 52 (vergl. 54); vielleicht war damals gerade die Rangklasse der *perfectissimi* aufgehoben; in der um diese Zeit abgefassten Notitia dignitatum wird nur noch der *praeses Dalmatiae* als *vir perfectissimus* bezeichnet (Occ. 45, 4). Über die allmähliche Bildung einer eigenen Rangklasse der gewesenen Priester vergl. Guiraud a. a. O. S. 95 fg.

[123] Ich habe allerdings in C. XII, 6038 in der darüber entscheidenden Körperschaft besonders wegen der Worte *decernant placeatne* die Decurionen von Narbo gesucht, ziehe aber jetzt mit Mispoulet, *bullet. critique* 1888 S. 186 und 191 die Beziehung auf die Mitglieder des Provinzialconcils vor und halte auch die von ihm vorgeschlagene Ergänzung [*per tabella*]*s* (nach Mispoulet wäre AS erhalten, ich habe auf

eine Statue im Bezirk des Kaisertempels, mit Aufschrift seines und seines Vaters Namen, seines Heimatsortes und des Jahres seiner Amtsführung zu errichten. Wenn auch in Narbo, wo der Augustustempel in dem grossen Brande unter Antoninus Pius zu Grunde gegangen sein dürfte,[124] solche Statuen bisher nicht zum Vorschein gekommen sind, so sind dagegen in Tarraco und Lugudunum, ohne Zweifel ebenfalls in dem Tempelbezirk,[125] zahlreiche Inschriften gefunden worden, die den Basen solcher Statuen gewesener Priester angehören und regelmässig, entsprechend der Vorschrift des Narbonner Reglements, den Namen des Vaters und des Heimatsortes verzeichnen. Dieselben unterscheiden sich nur darin von den für Narbo, wenigstens ursprünglich geltenden Bestimmungen, dass sie in Lugudunum ausnahmslos, in Tarraco in weitaus überwiegender Zahl von der Provinz, seltener von den Heimatsgemeinden oder den eigenen Angehörigen auf Beschluss des Concils gesetzt worden sind,[126] und zwar ist in Spanien auch auf die *flaminicae* der Provinz diese Ehre, sei es sofort, sei es im Laufe der Zeit erstreckt worden.[127] In wie weit auch andere Provinzen dieser wahrscheinlich ebenfalls asiatischem Brauche nachgebildeten Sitte gefolgt sind, ist aus den uns erhaltenen Inschriften nicht zu entscheiden.[128]

Die Provinzialpriester haben den Untergang des Heidenthums und die Erhebung des Christenthums zur Staatsreligion überdauert. Zu den alten Göttern hatte ihr Dienst ohnehin niemals engere Beziehungen und mit dem Culte des Kaisergottes konnten sich, mit einigen Modificationen der religiösen Ceremonien und insbesondere mit Einschränkung oder Aufhebung der heidnischen Opfer, selbst christliche Herrscher abfinden, wie auch Constantin, im Einklang mit seiner vorsichtigen Haltung gegenüber den überkommenen Institutionen, ein

---

der Photographie nur S erkannt) *iurati decernant* für nicht unwahrscheinlich, besonders mit Rücksicht auf die in der Inschrift von Kierion aus Tiber's Zeit (Lebas III *sect.* 6 n. 1189 = Heuzey *mission en Macédoine* p. 422) erwähnte Abstimmung: μεθ' ὅρκου κρύφα; vergl. Guiraud a. O. S. 108.

[124] Vergl. C. XII p. 521 und die Anmerkung zu n. 4393.

[125] Vergl. Huebner im C. II p. 541 und n. 4248: *statua inter flaminales viros posita.*

[126] Huebner a. O.: '*inter septuaginta plus minus flaminum titulos quinquaginta duo positi sunt a provincia, quinque a singulis civitatibus, inter quos unus est flamini designato positus scilicet ante flamonium initum defuncto, tres a maritis uxoribus 'consensu provinciae'; reliqui non multi a privatis (parentibus coniugibus filiis amicis libertis) positi sunt locis privatis.*' Vergl. den Ehrenbeschluss an einen gewesenen Flamen von Baetica vom Jahre 216 (C. II, 2221): *huic consummato hono[re flam]oni ... consensu concili universae prov(inciae) Baet(icae) decreti sunt honores quantos quisque maximos plurimosque flamen est consecutus cum statua;* der Vater des Geehrten *honore accept(o) impens(am) remisit;* worin diese *maximi plurimique honores* bestanden haben, wird nicht gesagt.

[127] C. II *ind.* p. 751.

[128] Über die africanische Inschrift C. VIII, 4580 vergl. oben A. 101.

solches gewissermaassen indifferentes Priesterthum seines Geschlechtes, der *gens Flavia*, gern gestattet und wohl selbst die Einsetzung desselben veranlasst hat.[129] Die Bestrebungen des Christenfeindes Julianus, das Provinzialpriesterthum mit tieferem Gehalt zu erfüllen und zu einer Stütze des morschen Heidenthums zu machen,[130] sind, wie alle Versuche dieses Kaisers die Lebensdauer des alten Glaubens künstlich zu fristen, ohne Erfolg geblieben; bereits gegen Ende des vierten Jahrhunderts finden wir das Provinzialpriesterthum gänzlich seines religiösen Inhaltes entkleidet und auf die Ausrichtung und den Vorsitz bei den mit den Provinzialconcilien verbundenen Spielen beschränkt, die dem Volke zu entziehen auch die allerchristlichsten Kaiser gerechtes Bedenken getragen haben, so sehr auch von priesterlicher Seite auf die Abschaffung dieser sündhaften Überbleibsel des Heidenthums gedrungen worden ist. Wenn die Christen es mit ihrem Glauben nicht für unvereinbar hielten, ebenso wie den municipalen Flaminat,[131] so auch das Provinzialpriesterthum zu bekleiden, wenn unter so christlichen Kaisern, wie Gratianus und Valentinianus, einem Proconsul von Africa nachgerühmt werden konnte, dass er das seiner grossen Kosten wegen ängstlich gemiedene Provinzialpriesterthum wieder zu einer gesuchten Ehre gemacht habe,[132] wenn in einem kaiserlichen Erlass des Jahres 400 dem Statthalter von Africa empfohlen wird, für die geeignete Besetzung desselben auch fernerhin Sorge zu tragen,[133] so liegt darin ein deutlicher Beweis, dass der von jeher geringe religiöse Gehalt aus diesem Priesterthum bereits gänzlich geschwunden war. In dieser schattenhaften Gestalt hat sich dasselbe bis in das fünfte Jahrhundert erhalten,[133a] während von dem schon unter Julianus zu einem blossen Titel gewordenen municipalen Flaminate[134] sogar noch bis auf Justinianus

---

[129] Mommsen Berichte der S. G. d. W. 1850 S. 212 ff.; Schultze Geschichte des Untergangs des griechisch-römischen Heidentums I S. 45 ff. und 91 ff.

[130] Julianus *epp.* 49 und 63. — Über die aus ähnlichen Motiven hervorgegangene Reform des Maximinus Daza vergl. Guiraud a. O. S. 247 ff.

[131] Vergl. darüber de Rossi *bull. crist.* ser. III, 3 (1878) S. 31 ff.

[132] C. VI, 1736 (*a.* 368).

[133] Cod. Theod. XII, 1, 166.

[133a] Die letzte mir bekannte Erwähnung der *sacerdotales provinciae Africae* und damit des Provinzialpriesterthums überhaupt gehört dem Jahre 428 an: Cod. Theod. VII, 13, 22. Die vierte Novelle Marcian's aus dem Jahre 454, die wohl als spätestes Zeugniss angeführt wird, nennt zwar den *sacerdos provinciae*, aber nur mit Rücksicht auf eine Verordnung Constantin's, während in der entsprechenden Bestimmung Marcian's nur von den *senatores et quibuscumque amplissimis dignitatibus praediti* die Rede ist.

[134] So wohl bereits in dem kurz vor oder unter Julianus abgefassten *album Thamugadense* (C. VIII, 2403 = *Eph. epigr.* 3 p. 78) mit seinen 36 *flamines perpetui*, deren Beziehung auf den Cult der *Divi* mir nicht zulässig erscheint (vergl. auch Desjardins *revue de philol.* 3 S. 36 ff. und S. 62). — Die von Wilmanns gegebene Ergänzung einer africanischen Inschrift aus den Jahren 388/392 [*collegiu*]*m flaminum*

vereinzelte Spuren sich finden,[135] nachdem längst bereits christliche Bischöfe und Priester von den Stätten des heidnischen Götter- und Kaisercultus Besitz ergriffen hatten und die Träger des religiösen Lebens im Morgen- und Abendlande geworden waren. Aber es ist ein bedeutsames Zeugniss für die Continuität aller menschlichen Entwickelung, selbst wo sie sich anscheinend in schroffem Gegensatz zu der Vergangenheit vollzieht, dass die christliche Kirche für ihre Concilien und Priester die äusseren Formen, Namen und Abzeichen nicht zum geringsten Theil dem provinzialen Kaiserculte entlehnt hat, der drei Jahrhunderte hindurch das heidnische Wahrzeichen der römischen Reichseinheit im Osten und Westen gebildet hatte.

---

perpetuorum (C. VIII, 782) ist gewiss verfehlt; der Genetiv hängt vielleicht von einem in der Lücke ausgefallenen *cura* (mit folgenden zwei Namen) ab.

[135] C. VIII, 10516: *Astius Mustelus fl(amen) p(er)p(étuus) C(h)ristianus ... anno IIII d(omini) n(ostri) regis Ildirix* (= 525 n. Chr.); vergl. de Rossi a. O. S. 26 ff. Für das Ende des fünften Jahrhunderts bezeugen das Fortbestehen des Municipalflaminats auch ausserhalb Africa's die Worte des Sidonius *epp.* V, 7, 3: *hi sunt qui invident flamonia municipibus.*

Inschriften aus dem Norden Kleinasiens besonders aus Bithynien und Paphlagonien.

Von Hrn. Prof. Gustav Hirschfeld
in Königsberg.

(Vorgelegt von Hrn. Curtius am 5. Juli [s. oben S. 743].)

Die folgenden Inschriften sind zum grösseren Theil (n. 1—57) von dem Rittmeister W. von Diest auf einer Reise gesammelt, welche er im Anschluss an seine Aufnahme der Pergamenischen Landschaft gemeinsam mit dem Prinzen Carolath, Lieutenant im 1. Garde-Regt., durch das nördliche Phrygien nach Bithynien im Sommer 1886 unternommen hat. Zu diesen mir von ihm anvertrauten Inschriften habe ich ausser einzelnen Revisionen derselben diejenigen neu hinzugefügt (n. 58—73), welche ich von meiner Paphlagonischen Reise im Herbst des Jahres 1882 mitgebracht habe.

Obgleich diese Inschriften weder in Form und Alter noch im Inhalt von der Masse der gewöhnlichen späteren Inschriften sich unterscheiden, welche das Innere Kleinasiens zu bieten pflegt, so wird man doch diesen Zuwachs aus einem bisher grossentheils inschriftarmen Gebiete willkommen heissen. Auch sind einige Documente von etwas grösserem Werthe darunter, wie z. B. n. 14 und 26. Diesen habe ich geglaubt einige Erläuterungen hinzufügen zu dürfen, die übrigen nur mitgetheilt, wo irgend möglich mit all den Angaben auch über den Inschriftkörper, welche mir zu einer vollständigen Herausgabe zu gehören scheinen.

Früher Edirtes ist hier nur wiederholt worden, wenn in Beziehung auf Formen oder Erhaltung wesentlich Neues geboten werden konnte. Wenn sich dabei herausstellt, dass in öfters besuchten Orten wie z. B. Menne und Boli der heutige Vorrath an Inschriften dem altbekannten fast durchaus entspricht, so liegt ja darin zunächst etwas Beruhigendes. Auf der anderen Seite kann diese Stabilität freilich nicht sehr tröstlich erscheinen; indessen darf man sie doch nicht überschätzen: sie beruht zum Theil auf der Bewegungslosigkeit der Bewohner, auf ihrer geringen Bau- und Erdthätigkeit, zum Theil

darauf, dass erst ein verlängerter Aufenthalt den Forscher zu reicheren Ergebnissen zu führen pflegt. In immer weitere Kreise dringt hoffentlich die Einsicht, dass es künftig weniger darauf ankommt, grosse Räume zu durchmessen, als kleinere, beschränktere gründlich zu durchsuchen. Erst wenn dies geschehen, werden auch die Verhältnisszahlen der erhaltenen Inschriften in den einzelnen Ländertheilen anfangen in ihrer Weise lehrreich zu werden.

Menne (Maionia); zur Epigraphik vergl. C. I. Gr. 3438—3449 und add. 3445 b. c. Lebas III 667. 676. 1670—1675.

1. Identisch mit Leb. III 669 »sur une petite base très simple«. Oben durch ein Gesims abgeschlossen; 0m60 hoch, 0m29 breit, Buchst. 0m04. Die Lesung *Διεί Τειμαίω* wird bestätigt. *Διεὶ* auch C. I. Gr. 6832 (incert. loc. ex Asia) und 1869 (Corcyra), wo Boeckh wohl ohne Grund für das E ein F voraussetzt. Neuerdings mehrfach *Διεὶ Πανκμάρω* Bull. Corr. Hellén. XII S. 254 ff. n. 33. 37. 45. — *Δεῖ Σωτῆρι* in Smyrna Μουσ. *καὶ Βιβλ.* I 1875 S. 75 n. 39.

2. Menne, an der Schwelle der Moschee, Quader 0m52 breit, 0m18 hoch, Buchst. 0m03.

NOKΛ
ONKOΔ:A
TIANONΦIΛOΠA
TP''

Wohl Ehreninschrift auf Κοδ[ρ]*ατιανὸν φιλόπατριν κτλ.*

3. Ebenda = Leb. 674. Die Stele ist 0m88 hoch, 0m28 breit, Buchst. 0m03.

Die Bedeutung der Inschrift *Μαρμάρων* ist mir nicht klar.

4. Am Mezar-tscheschme, Fragm. 0m25 breit, Buchst. 0m03

APKIAN
NΘЄωΣ

5. Am Brunnen in Tschedschekoei im Muraddagh. An einem Grabstein (0m90 hoch, 0m86 breit) ist ein Thor dargestellt; auf zwei Pfeilern, deren Schaft mit einer Epheuranke überzogen ist, ruht ein Halbbogen, der in 3 Bändern gegliedert ist, an den zwei inneren zieht sich der Haupttheil der Inschrift hin (nach einer Photographie):

ΛοYKIANOΣBKAIΔoMNATЄKNΩMAPKIANΩΓΛY
KYTA[illegible]ΩKATEΣKEYAΣANKAIEAYTOIΣZΩNTEΣ
MNHMHΣXAPIN

Λου(κ)ιανὸς β' καὶ Δόμνα Μαρκιανῷ γλυ-
κυτάτω κατεσκευάσαν καὶ ἑαυτοῖς ζῶντες

an dem, die beiden Pfeilercapitäle verbindenden Querbalken *μνήμης χάριν*.

Innerhalb der Pfeiler befindet sich eine männliche stehende Gestalt zwischen einem männlichen (l.) und einem weiblichen (r.) Brust-

bild, die Eltern und der vor ihnen verstorbene Sohn. Die Gesichter sind verstossen. Oben in der Bogenöffnung sind vier Geräthe aufrecht stehend neben einander gebildet. Über das Erste wage ich keine Entscheidung, nach einer kleinen Öffnung in zwei Drittel Höhe könnte eine kleine Thür gemeint sein, dann folgen zwei Geräthe etwas verschieden von einander, aber beide möglicher Weise Spiegel, zuletzt ein schmales, langes, spitzes Geräth, eine Nadel; die Zusammenstellung erinnert an die sonst vertheilten Geräthe an den thürförmigen Grabsteinen in Phrygien, s. auch unten Nr. 65 (Kamm, Spiegel, Rocken, Kreuz [?] in Amed, westlich von Tschavdir in Phrygien Σύλλογος, ιε' S. 65 n. 8).

6. Am Hause von Oludscha Tschiftlik; einzige Inschrift von der Akropolis bei Oludscha; 0^{m}51 hoch, 0^{m}16 breit, 0^{m}22 tief. Die Buchstaben spät, unregelmässig, gross (bis 0^{m}04).

ΥΠΕρ
[illegible]Ξ Υ [illegible] Η
ΕΥΓΕΝ[illegible]
[illegible] Ο Υ
ΚΑΙΠ
ΑΝΤΟϹ
ΤΟΥΟΙ
ΚΟΥΑΥ
ΤΟΥ

ὑπὲρ εὐχῆ[ς] Εὐγεν[ί]ου καὶ παντὸς τοῦ οἴκου αὐτοῦ.

7. Abia (Appia, s. C. 3857b — u. Leb. 784 — 92 = C. I. 3857b bis k). Ein grosser Grabstein (1^{m}78 hoch, 0^{m}86 breit, unten mit dem Zapfen zum Einlassen); ein Portal, bestehend aus einem Halbbogen auf zwei korinthischen Pilastern, doch ist der Contour des Steines oben dreieckig abgeschlossen, und oben auf dem Bogen wie seitwärts auf den Pilastern sind Akroterien, wie auf einem Giebel, gebildet. Im Portal steht in hohem Relief ein Paar, die Frau an der linken Seite des Mannes, beide dicht bekleidet, die Gesichter verstossen, zumal bei der Frau; die Bewegung beider ist durchaus gleichförmig, der rechte Arm ruht im Mantel und nur die Hand kommt auf der Brust zum Vorschein; die Linke ist etwas gesenkt; der Mann hält darin ein Diptychon, die Frau Rocken und Spindel; zwischen den Köpfen steht ein Adler (nach links); das Paar ist dem Inhalt der Inschrift gegenüber auffallend. Die Grabschrift befindet sich auf dem Bogenbande, die letzten Worte greifen auf den rechten Pilaster über; das Distichon steht unter den Figuren. (Nach einer Photographie)

ϹЄΡΟΥЄΛΙΟϹΚΑΙΤΥΧΙΚΟϹΚΟΡΤΑΑΔЄΛΦωΜΝΗΜΗϹΧΑΡΙΝ
ΚΑΙΤΑΤЄΚΝΑЄΤЄΙΜΗϹΑϹΑΝΠΑΤЄΡΑ
ΟΥΤωϹΑωΡΟϹΠЄΡΙΠЄϹΟΙΤΟϹΥΝ
[illegible]ΟΡΑΙϹΤΙϹΑΝΠΟϹΑΞЄΙΧЄΙΡΑΤΗΝΒΑΡΥ
ΦΘΟΝΟΝ

Σερουέλιος καὶ Τυχικὸς Κόρτα ἀδελφῷ μνήμης χάριν
καὶ τὰ τέκνα ἐτείμησαν [τὸ]ν πατέρα.
οὕτως ἄωρος περιπέσοιτο συν[φ]οραῖς
τίς ἂν π(ρ)οσάξει χεῖρα τὴν βαρύφθονον.

Die Form der Grabschrift begegnet auch sonst in Abia, C. I. 3857r. Leb. 785, in Kotyaion Σύλλ. ιε′ S. 69 n. 27. Der Name Τυχικός ebenda C. I. 3857r; ebenso das bekannte Distichon bei Leb. 784 wenigstens theilweise; s. auch C. 3814f u. a. in Kotyaion Σύλλογος 1884 S. 66 n. 18.

Eski Scheher Dorylaion. (C. I. 3810—17 u. add. 3817b.)

8. Identisch mit C. I. III 3810; jetzt noch besser Ramsay, Journ. Hellen. Stud. V 255, dem die Publication im Corpus aber auch entgangen ist.

9. Ebenda. Ein kleiner Stein ($0^{m}.15$ hoch, $0^{m}.09$ breit), oben dreieckig abgeschlossen; zwei knieende Gestalten, von vorn gesehen, die Arme über der Brust gekreuzt; das eng anschliessende Gewand, wie der Stoff, auf dem die Figuren knieen, ist durch Striche charakterisirt, die sich kreuzen oder im stumpfen Winkel an einander stossen, darüber die Buchstaben

ΤΚΤΟΑ

Die Bedeutung des kleinen Denkmals ist mir nicht klar; die Darstellung erscheint ungriechisch.

10. Ebenda. Buchst. $0^{m}.03$.

ΔΙΟΦΑΝΗϹ	Διοφάνης
ΤΑΤΑΓΥΝΤ	Τατᾶ (σ)ὺν τ[ῇ
ϹΥΝΒΙωΝΑΝ	συνβίῳ Νάν[α
ΚΑΤΑΚΕλΕΥ	κατὰ κέλευ-
ϹΙΝΤΟΥΘΕΟΥ	σιν τοῦ θεοῦ
ΒΡΟΝΤωΝΤΟϹ	Βροντῶντος

Τατᾶς als Name in Dorylaion auch C. I. Gr. III 3815.

Über den Sinn dieser Inschriften als Grabschriften s. Ramsay, Journ. Hell. Stud. V 257 ff.

11. Ebenda.

ΑΓΑΘΗΙΤΥΧΗΙΠΟΛΥ////	ἀγαθῆι τύχηι Πολύ[βι-
ΟΣΠΟΛΥΒΙΟΥΣΥΝΔΟ	ος Πολυβίου σὺν Δό-
////ΝΗΣΥΝΒΙΩΚΑΙΤΕ	μ]νη συνβίῳ καὶ τέ-
ΚΝ////ΙΣΥΠΕΡΕΑΥΤΩΝ	κν[ο]ις ὑπὲρ ἑαυτῶν
ΔΙΙ////ΡΟΝΤΩΝΤΙΕΥ	Διὶ [Β]ροντῶντι εὐ-
ΧΗΝ	χήν.

Beachtenswerth ist die Setzung des stummen ι in Z. 1. s. auch n. 14. Benndorf hat bemerkt, dass Ɏ wie Ɏ hauptsächlich in der Zeit zwischen Antoninus Pius und Alexander Severus nachweisbar seien (Reisen I S. 71 n. 1); vergl. unten n. 19.

12. Jenibasar. Eckstein eines neuen Hauses, $0^{m}.55$ lang, Buchst. $0^{m}.03$.

ΕΥϹ///ΒΙΗΛΝΑΘΗΓΟ.Λ.
ΡΛϹΤΟΛΕΠΛΙΔϹΕΤΕΥ////
ΑϹΚΛΗΠΙΟΛΟΓΟΚ///Ι///

Offenbar Verse

εὐσεβί(α)[ς] ἀνάθη [μα? . . .]ρας τό[δ]ε π[α]ῖδες ἔτευξαν
᾿Ασκληπιό[δ]ο[τ]ο(ς) καὶ Αι ?

13. Am Taschlyk-dere, beim Grabe eines Dede, nahe dem Dorfe Kaya-baschi. Altarartiger Grabaufsatz $0^{m}.76$ hoch, $0^{m}.48$ breit, oben durch ein Kymation abgeschlossen. Links fehlt nur ein Buchstabe.

////ΑΠΗΡΟΒΡΗΖΙΑΗ	. *απηρο Βρηζιαη*
////ϽΥΤΩΕΑΥΗΣ	. *ου τῶ ἑαυτῆς*
////ΝΔΡΙΞΗΣΑΝΤΙΕ	*ἀ]νδρὶ (ζ)ήσαντι ἔ-*
//// ΟΕΚΑΙΕΑΥΤΗΖΩ	*τ]η οε΄ καὶ ἑαυτῇ ζῶ-*
////ΑΚΑΤΕΣΚΕΥΑΣΕΝ	*σ]α κατεσκεύασεν*

14. Prusias ad Hypium (Üsküb) (zur Epigraphik dieser Stadt s. J. H. Mordtmann, Athen. Mitth. XII S. 174, 2). Eine mehr als 6 Fuss hohe elegante Marmorbasis, mit Ablauf und Gesims, welches durch einen starken Aufsatz noch überhöht ist, der zwischen Eck-Akroterien ein breites Schuppenband zeigt, in dessen Mitte ein Medusenkopf von vorn gearbeitet ist (vergl. die Münzen von Amisos).

Nach einer kleinen aber scharfen Photographie

ΑΓΑΘΗΙ ΤΥΧΗΙ

ΤΟΝΙΕΡΕΑΤΩΝΣΕΒΑΣΤΩΝΚΑΙΦΙΛΟ
ΠΑΤΡΙΝΚΑΙΦΙ//Τ////ΜΟΝΔΙΣΑΡΞΑΝΤΑ
ΚΑΙΠΡΩΤΟΝΑΡΧΟΝΤΑΚΑΙΙΕΡΕΑ
ΚΑΙΑΓΩΝΟΘΕΤΗΝΔΙΟΣΟΛΥΜΠΙΟΥ
ΚΑΙΠΑΤΕΡΑΔΙΣΧΕΙΛΙΑΡΧΟΥ
ΚΑΙΤΙΜΗΤΗΝΑΓΟΡΑΝΟΜ-ΣΑ//ΤΑ
ΥΠΕΡΤΟΥΥΙΟΥΜΗΝΑΣΤΡΕΙΣ
ΕΠΙΦΑΝΩΣ//////ΤΑΙΑΙΥΠΕΡΙΔΙΑΣ
ΑΓΟΡΑΝΟΜΙΑΣΑΡΓΥ//ΟΝΕΙΣΑΝΑ
ΛΗΨΙΝΤΟΥΔΟΜΙΤΕΙΟΥΒΑΛΑΝΕΙΟΥ
ΠΑ////////ΜΨΑΝΤΑΤΟΥΣΜΕΓΙΣΤΟΥΣ
ΚΑΙΘΕΙ////ΤΑΤΟΥΣΑΥΤΟΚΡΑΤΟΡΑΣ
ΚΑΙΤΑΙΕΡΑΑΥΤΩΝΣΤΡΑΤΕΥΜΑΤΑ
ΠΟΛΛΑΚΙΣΠΡΕΣΒΕΥΣΑΝΤΑΥΠΕΡΤΗΣ
ΠΑΤΡΙΔΟΣΔΟΝΤΑΚΑΙΕΙΣΕΠΙ
ΣΚΕΥΗΝΤΗΣΑΓΟΡΑΣΥΠΕΡΤΗΣ
ΕΡΕΩΣΥΝΗΣ✳ΜΥΡΙΑΔΑΣΠΕΝΤΕ
ΚΑΙΤΗΝΕΠΙΤΗΠΡΟΟΔΩΔΙΑΔΟΣΙΝ
ΕΙΣΚΑΤΑΣΚΕΥΗΝΤΟΥΚΑΙΝΟΥΟΛΚΟΥ
ΚΑΙΤΑΣΛΟΙΠΑΣΦΙΛΟΤΕΙΜΙΑΣ
ΚΑΙΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣΜΕΓΑΛΟΠΡΕΠΩΣ

⁝ΚΤΕΛΕΣΑΝΤΑΤΗΕΑΥΤΟΥΠΑΤΡΙΔΙ
ΜΑΡΚΟΝΙΟΥΛΙΟΝΓΑΟΥΕΙΝΙΟΝ
ΣΑΚΕΡΔΩΤΑ
ΚΡΙΜΑΤΙΤΗΣΛΑΜΠΡοΤΑΤΗΣΠοΛΕωΣ
ΟΛΥΜΠΙΟΣΟΛΥΜΠΙΟΥ
ΤΟΝΕΑΥΤΟΥΘΕΙΟΝ

am Gesims *ἀγαθῆι τύχηι*; an der Vorderfläche:

τὸν ἱερέα τῶν Σεβαστῶν καὶ φιλό-
πατριν καὶ φιλότ[ι]μον, δὶς ἄρξαντα
καὶ πρῶτον ἄρχοντα καὶ ἱερέα
καὶ ἀγωνοθετοῦντα Διὸς Ὀλυμπίου
καὶ πατέρα δὶς χειλιάρχου
καὶ τιμητὴν ἀγορανομ[ή]σαντα
ὑπὲρ τοῦ υἱοῦ μῆνας τρεῖς
ἐπιφανῶς, [δόν]τα καὶ ὑπὲρ ἰδίας
ἀγορανομίας ἀργύριον εἰς ἀνά-
λημψιν τοῦ Δομιτείου βαλανείου
παρ[απ]έμψαντα τοὺς μεγίστους
καὶ θειοτάτους αὐτοκράτορας
καὶ τὰ ἱερὰ αὐτῶν στρατεύματα,
πολλάκις πρεσβεύσαντα ὑπὲρ τῆς
πατρίδος, δόντα καὶ εἰς ἐπι-
σκευὴν τῆς ἀγορᾶς ὑπὲρ τῆς
ἱ]ερεωσύνης ✱ *μυριάδας πέντε*
καὶ τὴν ἐπὶ τῇ προόδῳ διάδοσιν
εἰς κατασκευὴν τοῦ καινοῦ. ὁλκοῦ
καὶ τὰς λοιπὰς φιλοτειμίας
καὶ λειτουργίας μεγαλοπρεπῶς
ἐκτελέσαντα τῇ ἑαυτοῦ πατρίδι
Μάρκον Ἰούλιον Γαουείνιον
Σακέρδωτα
κρίματι τῆς λαμπροτάτης πόλεως
Ὀλύμπιος Ὀλυμπίου
τὸν ἑαυτοῦ θεῖον.

Es ist zu beachten, dass in der stehenden und feierlichen Formel der Überschrift das stumme Jota beigeschrieben ist, übrigens aber fehlt (s. auch oben n. 10 und unten n. 47); auch dieser Zug müsste bei der noch immer vermissten Untersuchung über die inschriftliche Geschichte dieses Buchstabens berücksichtigt werden. — Ligaturen von Buchstaben mit benachbarten Hastae sind nicht selten; die Lesung ist nirgends unsicher.

Die vorliegende Inschrift bietet mit der von J. H. Mordtmann neuerdings veröffentlichten gleicher Herkunft (Athen. Mitth. XII S. 177

n. 8) mehrfache Berührungspunkte, welche die gleiche Zeit verrathen, zunächst die Wendung von Z. 12 ff. Wir werden auch hier in den Kaisern (Z. 12 ff.) nicht gleichzeitig regierende sondern ebenfalls den Septimius Severus und den Caracalla erkennen dürfen, über deren Züge im Orient Mordtmann a. a. O. S. 178 das Nöthige zusammengestellt hat (vergl. auch Waddington, Bull. Corr. Hell. X 405 ff.). Bei der Inschrift aus Prusias (Leb. III n. 1177), welche als dritte die entsprechende Wendung enthält, hatte Waddington für den einen Kaiser auch an Elagabalus gedacht. Wie dem auch sei, wir brauchen mit der vorliegenden Inschrift nicht über das erste Viertel des dritten Jahrhunderts herabzugehen, und auch der Name Sacerdos (Z. 25), der in Prusias von Tineïus Sacerdos herzuleiten ist, dem Consul des Jahres 158, der wahrscheinlich auch Proconsul von Bithynien war, stimmt zu dieser Ansetzung.

Wir kennen von Prusias noch sieben analoge Ehreninschriften (Lebas III 1176—1178, Perrot, Explor. n. 21. 22, Mordtmann, a. a. O. S. 174 ff. n. 7. 8), die freilich abweichend von der vorliegenden alle von Phylen ausgehen: Leb. 1178 von einer, Perrot n. 22 und Mordtm. n. 7 von zwölf, ebenso Leb. 1177, von welchem mir eine Photographie vorliegt, nach welcher ich in der Anmerkung die nöthigen Verbesserungen gebe.[1] Sie bieten sammt der unsrigen durch ihre Ausdrücke mehr Interesse, als sonst dergleichen Inschriften zu thun pflegen, bezeugen für ihre Zeit — in Übereinstimmung mit den übrigen Resten s. Perrot, Expl. S. 21 f. besonders Hommaire de Hell, voyage en Turquie et en Perse I 319 f. — etwa von der Mitte des zweiten bis in's dritte Jahrhundert hinein eine verhältnissmässige Blüthe der Stadt, äusserlich schon durch die sehr aufwändige Form der grossen und eleganten Marmorbasen, dann durch einzelne Andeutungen von Bauthätigkeit (Mordtm. n. 8 *πλατείας κατασκευή*; hier Z. 10 f., 16 f., 19 f.), berühren und decken sich vielfach in ihren Aus-

[1] Am Gesims *τύχ]η* (sic) *ἀγαθῆι*; in der ersten Columne der Phylen ist von dem an zweiter Stelle genannten Phylarchen der *φυλὴ Σαβεινιανή* noch erhalten T......*αττου*; es folgten noch die zwei Phylen Φαυττεινιαινή und Διονυτιάς, nach den Zeilenspuren, aus denen vom Steine selber vielleicht noch etwas zu ermitteln ist. In der anderen Columne heisst der zweite Phylarch der *φυλὴ Μεγαρὶς*: Παπιανὸς Τειμοθέου, dann folgt

Φυλῆς Ἰουλιαν]ῆς
.... ρου
....
Φυλῆς Ἀντωνιανῆς·
Ἐποφρόδειτος Σίμω[νος?
Γαΐος Φίλωνος τοῦ....

Die ganze Erwägung über die Zahl von 10 Phylen (Wadd. a. a. O.) ist also hinfällig.

drücken und erläutern einander durch diese in einer auch für andere Fälle lehrreichen Weise.

Z. 2. Ein ἱερεὺς τῶν Σεβαστῶν wird in den bez. Inschriften nur hier genannt; ein Σεβαστοφάντης zu dem Titel τοῦ κοινοῦ ναοῦ τῶν μυστηρίων ἱεροφάντης gestellt in Leb. n. 1178, wo Waddington versteht prêtre d'Auguste dans le temple commun à toute la province, also in Nikomedien.

Z. 3 f. δὶς ἄρξαντα καὶ πρῶτον ἄρχοντα, ebenso Leb. n. 1176; dasselbe, was die ersten Worte besagen, nennt Leb. n. 1177 ἄρξαντα τὴν μεγίστην ἀρχήν und die Inschr. Athen. Mitth. XII S. 176 setzt an dieselbe Stelle ἄρξαντα τοῦ κοινοῦ τοῦ ἐν Βειθυνίᾳ Ἑλλήνων (dies auch a. a. O. S. 178 n. 8), wo zum städtischen Amte πρῶτον ἄρχοντα noch τῆς πατρίδος tritt. Mit andern Worten, ich nehme an, dass jenes δὶς ἄρξαντα sich auf die Würde des Βειθυνιάρχης (s. unten n. 61) bezieht. In dieser Auffassung bestärkt mich Z. 19: Waddington (zu n. 1178) und Perrot (Explor. S. 35 f. n. 7) haben für den Bithyniarchen ein Rescript von Valentinian und Valens (zw. 364 u. 367) herangezogen, das in den Acta Conciliorum (Harduin II 569 f.) — beim Concil von Chalkedon 451 — aufbewahrt ist: διαμενέτω τοίνυν εἰς τὸ διηνεκὲς ἡ συνήθεια αὕτη καὶ ἡ πόλις ὑμῶν μητρόπολις ἔστω τῆς συνηθείας τῆς ἐπὶ προόδω τοῦ Βιθυνιάρχου διαμενούσης. Das Rescript ist an Nikaia gerichtet, und der Anspruch der Stadt auf den Charakter einer μητρόπολις erscheint auch dort z. Th. durch die Thatsache begründet, dass diese πρόοδος stattfindet. Von diesem feierlichen Aufzuge, dieser προέδος scheint hier Z. 19 die Rede zu sein und »die Gewohnheit« tritt uns also schon etwa anderthalb Jahrhunderte vor dem Rescript entgegen.

Z. 7. Τιμητής in Leb. n. 1176 wird von Waddington erklärt als »censitor, chargé de faire le récensement ou plutôt l'évaluation des biens en vue de la repartition de l'impôt« unter Verweis auf Josephus Antiq. Ind. XVIII 1, 1. Während aber in jener Inschrift τιμητεύσαντα und ἀγορανομήσαντα coordinirt neben einander stehen, hat in unserer Inschrift der Geehrte als τιμητής zugleich die Agoranomie auf den Namen seines Sohnes drei Monate hindurch geführt. Der Geehrte hat ferner ὑπὲρ ἰδίας ἀγορανομίας Geld zur Wiederaufrichtung des Domitischen Bades gegeben, das vielleicht durch ein Erdbeben geschädigt war. Auch dies Bad wird die Stiftung eines Bürgers gewesen sein, vielleicht des Δομίτιος Ἀστέρος, des Geehrten von Leb. n. 1176, der auch die Agoranomie geführt hatte.

Widmungen von Agoranomen habe ich in der Zeitschr. f. Österr. Gymnasialwes. 1882 S. 502 f. zusammengestellt in der Absicht, Sphaere und Bedeutung des Amtes eingehender zu bestimmen; R. Häderli ist in seiner Abhandlung: die Hellenischen Astynomen und Agoranomen

kurz und im Allgemeinen darauf zurückgekommen (XV. Supplbd. der Jahrb. f. Philol. 1886 S. 93). Ich trage Einiges nach: ein Agoranomion widmet Aristagoras nach einer relativ alten Inschrift in Istropolis (Tocilescu, Arch.-Epigr. Mitth. aus Öster. VI S. 36 n. 78 Z. 41), vielleicht einen τελαμὼν ein ἀγορανό]μος in Tomi (a. a. O. S. 26 n. 52). Ein Agoranom in Samos stiftet Wasseruhren (Athen. Mitth. IX 191 f., das Agoranomion in Samos erwähnt Bull. Corr. Hell. V 479). Über Agoranomenstiftungen auf dem Markt von Pergamon s. Fabricius bei Baumeister u. d. Namen S. 1217; der Hekate Soteira und dem Volke stiftet ein Agoranom in Lagina einen Hermes (Bull. Corr. Hell. XI S. 160 n. 68, vergl. Ztschr. f. Österr. Gymnasialwes. a. a. O. S. 502). Dem Hermes Agoraios gilt eine bez. Inschrift in Olbia (Latyschev, Inscr. Or. Sept. Pont. Eux. n. 75); ein Epistyl in Chersonesos (Latyschev a. a. O. n. 203) bietet Αὐρ] Ἑρμοκράτης Μύρωνος, φύσει δὲ Τειμοθέου ἐφιλοτειμησάμην τὰ ἐκ τῆς ἐξόδου τῆς ἀγορανομίας δηνάρια τρισχείλια εἰς τὸν ναὸν τῆς Ἀφροδείτης. Dies ist ein Betrag, welchen Hermokrates aus der von ihm für seine Agoranomie bestimmten Gesammtsumme abzweigte. Zu vergleichen ist etwa C. I. Gr. II n. 2881 (Branchidae) ὑπὲρ τῶν τῆς προφητίας ἀναλωμάτων κοσμήσαςτὸν τρίτον οἶκον τοῦ Φαυστινείου γυμνασίου τῷ παντὶ κόσμῳ μετὰ τὰ τῆς λειτουργίας ἀναλώματα.

Die Ausdrucksweise unserer Inschrift sowohl in Z. 9 f., besonders aber unter Berücksichtigung von Z. 17 f., scheint mir eine praecisere Auslegung zu verlangen. Es handelt sich in unserer Inschrift nämlich offenbar um die *summa honoraria*, »welche in der Kaiserzeit, wenn auch nicht gesetzlich vorgeschrieben, so doch überall gebräuchlich gewesen zu sein scheint« (Marquardt St. V. I² 1881 S. 182). Für Asia verweist Marquardt a. a. O. auf Ephesus (Wood, inscr. from the odeum n. 2: nach einem Brief Hadrian's ist der Eintritt eines Bürgers in die βουλή mit einer Geldleistung verbunden τῆς ἀρχαιρεσίας ἕνεκα vergl. Menadier, qua condic. Ephesii etc. p. 32), auf Philadelphia (C. 3419, besser Leb. III 64) ὑπὲρ ἀρχιερωσύνης), auf einen Theil gerade der Bithynischen Städte (Plin. Epist. X 112, 113, wo es sich um Buleuten handelt).

In der That wird das in griechischen Inschriften häufiger erwähnt, als bisher beachtet scheint, und zwar werden die Geldgaben bestimmten Zwecken zugewiesen. Das geschieht officiell durch Beschluss der κατοικία in Teira: μουσ. καὶ βιβλ. τῆς ἐν Σμύρνῃ εὐαγγ. Σχολ. 1878 S. 29 n. σλʹ ὑπὲρ ἀρχῆς λογιστείας καθὼς ἔδοξε τοῖς κωμήταις ✱ διακόσια πεντήκοντα τὰ προσχωρήσαντα εἰς τὴν τῶν Τειρῶν συντέλειαν vergl. das Fragm. n. σλά: ὑπὲρ κωμαρχίας ✱ σνʹ καθὼς ἐψηφίσατο ἡ κατοικία (ἡ Ἰδειφυτηνῶν) vom Jahre 177 n. Chr.; ein Anderer gab für die κωμαρχία 1000 Denare, ἅτινα προεχώρησαν εἰς ἐπισκευὴν τοῦ καινοῦ βαλανείου καθὼς

ἐψηφίσατο ἡ κατοικία (Μουσ. 1885/86 S. 88). Und gerade dass dies auch in so kleinen Verhältnissen geschah, ist vielsagend. 50000 Denare erscheinen für die ἀρχιερωσύνη wie in Ephesos (C. I. Gr. II 2987 b) so in Philadelphia, und werden im ersten Falle zur κατασκευή von?.., im anderen εἰς τὴν κατασκευὴν τοῦ Προπυλαίου τῆς βασιλικῆς ausdrücklich gegeben. Diesen Thatsachen entspricht, was unsere Inschrift Z. 16 f. bestimmt; unmöglich kann aber in einer Stadt von der Bedeutung von Prusias die Summe von 50000 Denare die gesetzmässige oder gewöhnliche gewesen sein. Der Geehrte hatte damit den Bestimmungen oder Gepflogenheiten der grössesten Städte nachgeeifert.

Die διάδοσις, welche M. Jul. Gabinius ἐπὶ τῇ προόδῳ gab (s. oben) kann dies Mal nur uneigentlich eine »Vertheilung« genannt werden, da die Summe zur Herstellung des neuen ὁλκός bestimmt ist. Ob der Hypius bei Prusias schiffbar war, habe ich nicht ermitteln können, sonst würde man etwa an ein Dock denken können; auch eine schräg in's Wasser laufende Rampe zum Heraufziehen von Booten und dergl. könnte gemeint sein. Oder ob es sich um jenen noch vorhandenen aufsteigenden Weg handelt, den Perrot zum Ort hinaufgeritten ist (Explor. S. 20: ancienne rampe encore toute pavés de blocs énormes)? Endlich giebt Suidas ὁλκὸς τοῦ ὕδατος für Wasserleitung.

15. Boli. Grosse Stele ausgegraben am Nordhang der Akropolis 1m70 hoch, 0m80 Durchm., Buchst. 0m05. Die Inschrift liegt jetzt in genauerer Abschrift vor in den Athen. Mitth. XII S. 180 n. 10.

16. Boli: am Boduroglu-Chan, Säule 3m5 Umf., 2m10 Höhe, Buchst. 0m045

ΝΕΥϹΙΓΛΥΚΥΤΑΤΟΙϹ
γο]νεῦσι γλυκυτάτοις

Alles Andere verwischt.

17. Boli, ebenda, an einer Säule gleicher Art, Buchst. 0m055 = A. C. Mordtmann, Ber. der Bayr. Akad. d. Wissensch. München 1863 S. 211 n. 12. Doch sind da wenigstens im Druck die Buchstaben nicht so genau, was für alle folgenden auch von Mordtmann gegebenen Inschriften gilt.

ΑΡΙΣΤΟΓΕΝΗΣ
ΘΕΟΓΕΝΟΥΟΣ
ΖΩΝΦΡΟΝΩΝ
ΕΣΤΗΣΑΤΟΝΒΩΜΟΝ
ΕΜΑΥΤΩΚΑΙΧΡΥΣΑ
ΤΗΣΥΝΒΙΩΜΝΗ
ΜΗΣΧΑΡΙΝ

Z. 2. M. wohl richtiger Θεογένους.

Z. 6. M. nur bis τῇ συν....

18. Boli. Bei Kör-Oglu Devrend. Säule mit oberem und unterem Abschluss 1ᵐ62 hoch, 0ᵐ83 Durchm., Buchst. 0ᵐ06 = C. I Gr. II n. 3807; Mordtmann a. a. O. S. 207, 4.

ΧΑΡΙΤΩΝΚΑΙΚΑΛΛΙΓΕΝΙΑ
ΜΑΤΡΩΝΗΠΑΡΘΕΝΩΘΥ
ΓΑΤΡΙΕΤΩΝΙΓΜΝΗΜΗC
ΧΑΡΙΝ

Z. 1. M. nur καλλιγεν.

19. Boli ebenda. Säule etwas grösser, Buchst. 0ᵐ05.

ΑΥΡΗΛΙΟΣΑΛΕΞΑΝ
ΔΡΟΣΖΩΝΦΡΟΝΩΝ
ΕΑΥΤΩΚΑΙΑΥΡΗΛΙΑ
ΟΛΥΜΠΙΑΔΗΣΥΝΒΙΩ
ΓΛΟΙΚΟΙΤΑΤΗΝΜΝΗΜΗΣ
ΧΑΡΙΝ
ΓΛΥΚΥΤΑΩΝ
ΓΟΝΕΩΝΕΥΣΕΒΙΤΕΚΝΑ
ΑΥΡΗΛΙΟΙΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
Τ\ΙΙ◇ΥΝΙΣΔΙ◇ΓΕΝΗΣ

Z. 4. ὀλυμπιάδ[ι] ein Versehen des Steinmetzen oder des Abschreibers.

Z. 5. γλοικοιτάτη(ν), während in dem offenbar späteren Zusatz wieder γλυκυτάτων steht (Z. 7). Wegen des Ұ s. oben n. 11; doch halte ich die Beispiele für wirklich zwingende zeitliche Fixirung noch nicht für genügend.

Z. 10. Der erste Name nicht zu ermitteln.

20—23. Boli. Vier der hier üblichen Grabsäulen mit Ablauf unten, Gesims oben, von ansehnlicher Grösse. Je 2 stehen über einander an der Quelle von Kör-oglu-Devrend an der Strasse Boli-Gerede. 21—23 Abschriften des Prinzen Carolath.

20. = C. I. Gr. 3806; Mordtm. a. a. O. S. 208, 9.

❦ΙΟΥΛΙΑΝΟΣΑΛΕΞΑΝΔΡΟCΟ❦
ΑΝΗΡΣΟΦΟΣΕΝΘΑΔΕΜΙΜΝΟ
ΣΥΝΣΕΜΝΗΑΛΟΧΩΑΓΑΠΗΤΗ
ΑΝΔΡΙΠΟΘΗΤΗ
ΣΥΝΤΕΦΙΛΟΙΣΙΤΟΚΕΥΣΙ
❦ΚΑΙΤΕΚΝΩΑΙΕΝΕΟΥΣ·Ν
ΣΩΝΦΡΟΝΩΝ

Z. 1. Am Schluss M. unrichtig Ἀλεξάνδροιο; dagegen Z. 2 am Ende richtig μιμνω. τεκνω beider Abschriften wohl Versehen des Steinmetzen für τέκνοις. In den ersten Hexameter ist auch der Name hinein vergewaltigt.

21. Ebenda. Mordtm. a. a. O. S. 210, 9.

❦ΔΙΟΝΥΣΙΟΣΚΑΙ❦
ΗΓΙΗ˂ ΙΠ

22. Ebenda. C. I. Gr. n. 3805. Mordtm. a. a. O. S. 208 n. 6.

ΙΟΥΛΙΑΝΟΣΑΛΕ
ΞΑΝΔΡΟCΠΑΤΡΙ
ΚΑΙΑΛΕΞΑΝΔΡΑΙ
ΤΗΜΗΤΡΙ
ΓΟΝΕΥΣΙΓΛΥΚΥ
ΤΑΤΟΙΣΜΗΜΗΣ
ΧΑΡΙΝ

M. Z. 2. Ἀλεξάνδρω; Z. 6 μνήμης; bei M. fehlen die drei ersten Buchstaben in Z. 5 und 6.

23. Ebenda. Mordtm. a. a. O. S. 209, 9.

ΔΙΟΦΑΝΤΟC
ΑΙΙΤΟΜΗΔΟΥ
ЄΑΥΤѠΖѠΝΤΙΧΑΡ////
ΡΟΝΟΙΝΠΚΑΙΧΡΙCΑΤΗ
ΓΥΝΑΚΜΝΗΜΗCΧΑΡΙΝ

Διόφαντος Ἀ[ρισ]τομήδου[ς] ἑαυτῷ ζῶντι [κ]α[ὶ φ]ρονοῦν[τι] καὶ Χρ[ύ]σα τῇ γυνα[ι]κ[ὶ] μνήμης χάριν.

M. Z. 2. Αὐτομήδου.

24. Tschamurluk am Tschagabogay, 1 St. N. von der Strasse Boli-Gerede, 1/2 St. vom Tschagagöl auf einem Hofe an einer gleichartigen Säule, die zum Theil in der Erde steckt, und in deren obere Fläche zum Behuf des Kornmahlens eine starke Vertiefung ein gearbeitet ist (Dm. 0m.75, Buchst. 0m.025).

ΟΥΑΛΕΡΙΟCΑΝΘѠΟC
ΡѠΜΑΝΗΓΛΥΚΥΤΑΤΗ
CΥΜΒΙѠΚΑΙΕΑΥΤѠ
ΖѠΝΦΡΟΝѠΝ
ΜΝΗΜΗCΧΑΡΙΝ

Οὐαλέριος Ἀνθῶος (für *Ἀθῶος*?) *Ρωμανῇ γλυκυτάτῃ συμβίῳ καὶ ἑαυτῷ ζῶν φρονῶν μνήμης χάριν.*

25. Amastris = Athen. Mitth. XII 182 n. 13 nach einer weniger genauen Abschrift des Hrn. F. Weickum. An einer ansehnlichen (Marmor?) Basis bei der neueren Marineschule zwischen den Bausteinen 0m.93 hoch (Schriftfläche 0m.51), 0m.38 breit, 0m.29 tief, Buchst. 0m.63.

ΑΓΑΘΗΤΥΧΗ am Gesims	ἀγαθῇ τύχῃ
ΥΠΕΡΤΗCΤѠΝ	ὑπὲρ τῆς τῶν
ΑΥΤΟΚΡΑΤΟ	Αὐτοκρατό-
ΡѠΝΑΙѠΝΙΟΥΔΙ	ρων αἰωνίου δι-
ΑΜΟΝΗCΚΑΙΝΕΙ	αμονῆς καὶ νεί-
ΚΗCΗΙΕΡΑΚ■ΙΦΙ	κης ἡ ἱερὰ καὶ φι-
ΛΟCΕΒΑΓΤΟC	λοσέβαστος
ΦΥΛΗΔΗΜΗΤΡΙ	φυλὴ Δημητρι-
ΑCΤΟΝΒΩΜΟΝΔ////	ὰς τὸν βωμὸν δ[ι-
ΑΖΩΙΛΟΥΓΟΡΓΙ	ὰ Ζωΐλου Γοργί-
ΟΥΚΑΙΧΡΥCΟΥΤΟΓ//	ου καὶ Χρυσουτο.?

Mordtmann a. a. O. am Schluss Χρυσοῦτος. Der Name ist mir nicht klar; sicher folgte nichts weiter auf dem Stein.

Eine ähnliche Inschrift s. n. 26. Auf die φυλὴ Διοσκουριάς in Amastris (Perrot, mémoires d'Archéologie S. 168) weist auch Mordtm. a. a. O. hin; eine φυλὴ Ἀμαστριάς s. n. 30.

26. Amastris = C. I. Gr. 4152d. III p. 1113. Marmorbasis mit elegantem Gesims, rechts gebrochen, 0ᵐ52 hoch (Schriftfläche 0ᵐ35), noch 0ᵐ55 lang, Buchst. 0ᵐ03. Eigene Revision.

ΚΝΩΝΑΥΤΩΝΚΑΙΤΟΥΣΥΜΠΑΝΤΟΣΟΙΚΟΥΤ...
Ω...ΒΟΥΛΗΣΚΑΙΔΗΜΟΥΤΟΥΑΜΑΣΤΡΙΑΝΩ...
...ΟΛΛΙΑΝΟΥΑΟΥΕΙΤΟΥΠΡΕΣΒΕΥΤΟΥΚΑΙΑΝΤ...
...ΗΣΑΣΕΝΤΩΙ·ΘΚΣ·ΕΤΕΙΕΠΙΤΩΝΠΕΡΙΠ...
ΑΡΧΟΝΤΑΑΡΧΟΝΤΩΝΑΝΕΣΤΗΣΕ...
ΚΛΕΑΚΑΙΤΗ·ΚΑΤΕΠΙΚΕΙΜΕΝΗΛΕΟ...
•. . . ΛΙΣΧΑΣΑΠΕΚΑΤΕΣΤΗΣ...
ΑΡΧΟΝΤΩΝΠΡΟΗ...

[Ὑπὲρ σωτηρίας καὶ νείκης καὶ αἰωνίας]
[διαμονῆς τῶν Κυρίων Αὐτοκρατόρων καὶ τῶν τέ-]
κνων αὐτῶν καὶ τοῦ σύμπαντος οἴκου τ[οῦ Σε-
βαστοῦ καὶ] βουλῆς καὶ δήμου τοῦ Ἀμαστριανῶ[ν ἐπὶ Α·
Α]ολλιανοῦ Ἀουείτου τοῦ πρεσβευτοῦ καὶ ἀντι[στρατήγου
. ησας ἐν τῶι Θκσ' ἔτει ἐπὶ τῶν περὶ τὸν δεῖνα
ἄρχοντα ἀρχόντων ἀνέστησε ...
κλεα καὶ τῇ κατεπικειμένῃ λεο? ...
... ισχας ἀπεκατέστησ[εν ἐπὶ τῶν περὶ τὸν δεῖνα
ἀρχόντων πρὸ η' [Καλανδῶν ...

Die Abschrift im Corp. giebt Z. 4 nicht das Jahr, und Z. 3 den Namen unrichtig; dieser ist gelegentlich schon von J. H. Mordtmann wenigstens theilweise gebessert worden (παράρτημα τοῦ ιε' τόμου τοῦ Συλλόγου 1885 S. 74).

Zwischen Z. 3 und 4 giebt weder meine Revision noch die Abschrift des Hrn. von D. die Spuren einer fehlenden Zeile, dennoch muss hier der Name des Stiftenden und etwa sein Amt z. B. ἀγορανο]-μήσας gesucht werden, was, wie ich glaube, am Ende von Z. 3 durchaus nicht unterzubringen ist. Bithynien und Pontus ist erst durch Hadrian Kaiserliche Provinz geworden und dadurch unter die Verwaltung eines leg. et pr. praet. gekommen. Andererseits ist aber im C. I. Gr. a. a. O. richtig gesagt, dass die Kaiser M. Aurelius und L. Verus gemeint sein müssen — ihre Namen habe ich indessen wegen anscheinenden Mangels an Raum auf dem Steine nicht zu setzen gewagt; — so bleibt nur ein Spielraum zwischen 161 und 172 n. Chr. Aber die von Franz im C. I. vermuthete Lucullische Aera ist dann hier nicht möglich, weil 229 − 70 = 159 ist. Wir werden vielmehr die

Pompeiische Aera annehmen müssen, welche auf das Jahr 165 führt.[1] Lollianus Avitus ist dann der Consul des Jahres 144, dessen Sohn Lollianus Gentianus in der letzten Zeit des Commodus Proconsul der Provinz Asia war (s. Waddington, Fastes S. 740). Einen weiteren Werth erhält diese Datirung dadurch, dass sie ein Ereigniss im Leben Lucian's mit vollkommener Sicherheit zu fixiren erlaubt. Im Alexandros § 56 f. erzählt Lucian von dem Mordversuch, den der Schwindler von Abonuteichos gegen ihn machen liess; er will ihn beim Statthalter verklagen, *ἀλλ᾽ ὁ τότε ἡγούμενος τῆς Βιθυνίας καὶ τοῦ Πόντου Αὔειτος ἐπέσχε μονονουχὶ ἱκετεύων καὶ ἀντιβολῶν παύσασθαι κτλ.* Dies hat sich also im Jahre 165 zugetragen.

27. Amastris. (Marmor-?) Block bei der neuen Marineschule. 0ᵐ.60 hoch, 0ᵐ.40 breit, Buchst. 0ᵐ.022.

ΟΔΗΜΟΣ
ΜΑΡΤΥΡΕΙΠΑΡΜΕΝΙΣΙΩ
ΚΑΙΦΑΡΝΑΚΗΤΟΙΣΔΙ
ΜΕΝΟΥΣΤΟΥΤΡΙΣΑΡΧΙ
ΕΡΕΟΣΚΑΤΑΤΟΕΞΗΣΚΑΙ
ΑΓΟΝΟΘΕΤΟΥΥΙΟΙΣΑΡ
ΧΙΕΥΣΙΝΚΑΙΕΥΘΗΜΙΑΡ
ΧΑΙΣΚΑΙΕΠΙΣΤΑΤΑΙΣΚΑΙ
ΝΟΜΟΙΣΑΓΟΡΑΝΟΜΩΝΚΑΙ
ΕΥΧΕΤΑΙΔΙΙΣΤΡΑΤΗΓΩ
ΚΑΙΗΡΑΤΟΙΣΠΑΤΡΙΟΙΣΘΕ
ΟΙΣΚΑΙΠΡΟΕΣΤΩΙΝΤΗΣ
ΠΟΛΕΩΣΤΟΙΟΥΤΟΥΣΓΕΙ
ΝΕΣΘΑΙΤΟΥΣΑΓΟΡΑΝΟ
ΜΟΥΣΠΑΝΙΑΣΟΠΟΙΟΙΕ
ΓΙΝΟΝΤΟΠΑΡΜΕΝΙΣΚΟΣΚΑΙ
ΦΑΡΝΑΚΗΣΟΙΤΡΟΦΕΙΣ
ΕΤΟΥΣΒΛΡ

ὁ δῆμος μαρτυρεῖ Παρμενίσ[κ]ω καὶ Φαρνάκη τοῖς Δι[ο]μένους τοῦ τρὶς ἀρχιερέ(ω)ς κατὰ τὸ ἑξῆς καὶ ἀγ(ω)νοθέτου υἱοῖς ἀρχιε(ρε)ῦσιν καὶ εὐθη(ν)ιάρχαις καὶ ἐπιστάταις καὶ [... καὶ ἀγρορα?]νόμοις ἀγορανόμων, καὶ εὔχεται Διὶ Στρατηγῷ καὶ Ἥρα τοῖς πατρίοις θεοῖς καὶ προεστῶ(σ)ιν τῆς πόλεως τοιούτους γείνεσθαι τοὺς ἀγορανόμους πάν(τ)ας ὁποῖοι ἐγίνοντο Παρμενίσκος καὶ Φαρνάκης οἱ τροφεῖς. Ἔτους βλρ΄.

Nach der zu n. 26 ermittelten Aera datirt diese Inschrift vom Jahre 69 n. Chr.; der ganze Stil sowie die Namensformen empfehlen auch für sich eine relativ frühe Zeit.

Dann ist dies meines Wissens die älteste Inschrift, welche von *εὐθηνιάρχαις* spricht, die überhaupt selten, sonst unter dem Titel *εὐθηνίας ἔπαρχος*, (C. I. 5895. 5973 Rom, von 189, 203) auch *ἐπιμελητής* (C. I.

---

[1] Dieselbe Aera dann auch C. I. 4150b. 4151 (wo aber die Zahl mir noch immer nicht gesichert erscheint).

1186 Argos, III. Jahrhundert), oder ὁ ἐπὶ εὐθηνίας (C. I. 4240 Tlos) vorkommen, wo es als praefectus annonae verstanden wird.

Zwischen Z. 8 und 9 wird eine Zeile ausgefallen sein, die noch einen Titel und dann ἀγορα... enthielt.

Z. 10. Zeus Strategos bekannt von den autonomen Münzen von Amastris (Head H. N. S. 433), wo er auch mit Hera verbunden erscheint.

28. und 29. Amastris, zwei einander gegenüber in einer Thoröffnung eingemauerte Quadern in einem Garten ausserhalb der Stadt nahe der neuen Strasse. Der untere Theil jener Mauer kann antik sein. Meine Revision ist hier durch äussere Umstände nicht verlässlich genug geworden. Immerhin sind die Abschriften besser als C. I. Gr. 4149 und 4150 nach St. Martin.

28. An einer Quader, $1^{m}.05$ lang, $0^{m}.63$ hoch, $0^{m}.33$ tief.

Kranz ΟΔΗΜΟΣ Kranz
ΤΙΒ///ΡΙΟΝΚΛΑΥΔΙΟΝΛΕΠΙΔΟΝΛΕΠΙ
ΔΟΥΥΙΟΝΤΟΝΑΡΧΙΕΡΕΑΤΟΥΠΟΝΤΟΥ
ΕΠΙΣΤΑΤΗΝΔ///ΣΠΟΛΕΩΣ///Υ///
ΤΑΕΩΝΩΜ///Ο///
ΚΙΣΚΑΙΕΠΙΤΩΤ///ΟΛFΩ///Ν///
ΖΗΣΑΝΤΑ///ΡΩΣ///Η///

ὁ δῆμος
Τιβ[έ]ριον Κλαύδιον Λέπιδον Λεπί-
δου υἱὸν τὸν ἀρχιερέα τοῦ Πόντου
ἐπιστάτην δ[ὲ τῆ]ς πόλεως ... υ..
ταεωνωμ? .... ο..
κις καὶ ἐπὶ τῶ τ[ῆς π]όλεω[ς .. ν
ζήσαντα [παναρέτ?]ως [ἔτ]η?

29. Quader $1^{m}.12$ lang, $0^{m}.68$ hoch, $0^{m}.33$ tief.

Kranz ΟΔΗΜΟΣ Kranz
ΚΛΑΥΔΙΑΝΛΕΠΙΔΑΝΘΥ
ΑΤΕΡΑΚΛΑΥΔΙΟΥΛΕΠΙΔΟΥΚΑΙ
ΚΛΑΥΔΙΑΣΜΑΡΚΙΑΝΑΣΓΥΝΑΙ
ΚΑΔΕΛΟΥΗΔΙΟΥΕΥΦΡΟΝΟΣ
//ΗΣΑΣΑΝΠΑΝΑΡΕΤΩΣΚΑΙ
//ΡΟΜ/ΟΙΡΑ///ΡΙΩΣΑΣΑΝ

ὁ δῆμος
Κλαυδίαν Λεπίδαν θυ-
γ]ατέρα Κλαυδίου Λεπίδου καὶ
Κλαυδίας Μαρκιανᾶς, γυναῖ-
κα δὲ Λ. Οὐηδίου Εὔφρονος
ζήσασαν παναρέτως καὶ
π]ρὸ μοίρα[ς] βιώσασαν.

Franz hat im C. a. a. O. darauf hingewiesen, dass Claudius Lepidus der bei Lucian (Alex. 25) erwähnte sein werde und damit fällt seine Zeit unter M. Aurel.

In 28 ist der Schluss unsicher.

In 29 Z. 4 Μαρκιανᾶς sicher und 7. πρὸ μοίρας für das gewöhnliche προμοίρως sehr wahrscheinlich.

30. Amastris, einfache Basis aus gelbem Sandstein, oben und rechts gebrochen, noch 1ᵐ54 hoch, 1ᵐ25 breit, Buchst. 0ᵐ12.

ΦΑΙ ////
ΝΟΣΤΟΝΑΔ ////
ΦΙΔΟΥΝΚΑΙΓΑΙ ////
ΒΡΟΝΑΝΕΣΤΗΣ ////
ΥΠΕΡΦΥΛΗΣΑΜ ////
ΣΤΡΙΑΔΟΣ

Φαι . . . νος τὸν ἀδ[ελ]φιδοῦν καὶ γαμβρον ἀνέστησ[εν] ὑπὲρ φυλῆς Ἀμ[α]στριάδος.

Zu vergleichen ist die Inschrift von Amastris bei Perrot, mém. S. 168, wo die Aufstellung eines von Rath und Volk geehrten L. (nicht A.) Caecilius Proclus durch seinen Freund Laelius (nicht L. Aelius) Lucanus zu Gunsten der Phyle Dioskurias erfolgt. Ich trage ferner zu dieser Inschrift nach, dass sie in 17, nicht in 9 Zeilen angeordnet, und zwischen höheren Rändern geschrieben ist. Die Basis ist ein bläulicher Kalkstein, der 1ᵐ04 hoch, 0ᵐ57 tief, unten 0ᵐ60, oben 0ᵐ57 breit ist.

31. Amastris. Kleiner Marmoraltar, verkehrt in eine Mauer eingelassen, 0ᵐ36 hoch, 0ᵐ20 breit. Buchst. 0ᵐ025. Meine Abschr.

❦ΔΙΙ❦
ΠΑΝΚΤΗ
ϹΙω❦

Διὶ Πανκτησίω; ein Zeus πανκτήσιος neben dem so bekannten κτήσιος nicht überraschend.

32. Amastris. Auf einem Marmorstück in einer Mauer, 1ᵐ17 lang, 0ᵐ47 hoch, 0ᵐ26 breit.

ⱶ / ΤΩΠΕΡΜΕ.Ξ ////
ΕΚΤΩΝΙΔΙϹ////

Weihinschrift anscheinend von einem Bau.

33. Amastris = C. I. Gr. III p. 1113 n. 4152b, aber ohne den ersten Buchstaben und vor Allem ohne Angabe über Grösse und Lage des Monumentes. Ein grosses Mausoleum, aufgebaut aus 5 Quaderlagen und einem Gesims, zusammen 1ᵐ75 hoch, 9ᵐ50 lang, enthält die Inschrift auf der obersten Lage, auf 7 Quadern vertheilt; die Buchstaben haben die ungeheure Grösse von 0ᵐ48. Das Denkmal findet sich in der SW. von Amastris auf der Höhe gelegenen Nekropole

45ᵐ über der neuen Strasse in einer Front mit etwa 10 anderen gleicher Art, die aber sämmtlich keine Inschriften zu tragen scheinen.

ΓCΕΡΒΕΙΛΙΟΥΡΟΥΦΟΥ

34. Amastris. Nekropole, Nordseite der neuen Strasse, 8ᵐ über dem Wege auf halber Höhe; an der Seite eines grossen Sarkophages mit Giebeldeckel (2ᵐ60 : 2ᵐ26, 1ᵐ36 hoch, Buchst. 0ᵐ07).

ΛΕ ΤΗΝ
/ ΜΟΥ
ΕΤΑΤΟ
ΘΗΝ ΤΗΝΠΥ
/ΟΝΔ ΚΙΣΧΕΙΛΙΑ

Am Schlusse ist folgende Bestimmung erkennbar ὅστις δὲ ἀνοίξει μ]ετὰ τὸ [κατατε]θῆν[αι ἐμὲ] τὴν πύ[ε]λον δ[ώσει . . .]κις χείλια vergl. Hirschfeld, Grabschr. mit Strafbestimmungen, Königsb. Stud. I S. 85 ff. πύελος für den Sarkophag in Sinope C. I. Gr. 4164, in Nikomedien C. I. Gr. 3785, 3788, auch Leb. III 1171.

35. Amastris. Nekropole, an der Längsseite eines Sarkophages (0ᵐ74 lang, Buchst. 0ᵐ03); es scheint unten noch Schrift vom Erdreich bedeckt zu sein.

ЄΤΟΥ ΑΠΡ ΜΗΝΟCΞΑΝΔΙΚΟ
CЄΡΑΠΙωΝCЄΡΑΠΑЄΤωΝΟ

ЄΤΟΥC ΓϘΡ ΜΗΝΟCΔЄ
CЄΡΑΠΙωΝCЄΡΑΠΙωΝΟCЄ

ἔτου[ς] ἀπρʹ μηνὸς Ξανδικο[ῦ] = 118 n. Chr.
Σεραπίων Σεραπᾶ ἐτῶν οʹ

ἔτους γϟρʹ μηνὸς Δε[σίου? = 130 n. Chr.
Σεραπίων Σεραπίωνος ἐ[τῶν

Andere Sarkophage dort verrathen durch kurze christliche Inschriften wie +ЄΥΤΡ. ΓΑΥΤΑ; +ΘЄΟΠΟΜ neben früheren verlöschten Zügen eine spätere Benutzung.

36. Amastris. An der Strasse beim Neubau, Fragment 0ᵐ54 lang, Buchst. 0ᵐ04.

...ΝΟΥΦΙΛΟ
ΔΕΣΠΟΤΟΥΘΥ
ΓΑΤΗΡΔΕΗΛΙΟΥ
ΕΤΩΝ ΜΓ ΧΑΙ

ἡ δεῖνα γυνὴ Φ]ιλο(ξ)ένου Φιλοδεσπότου, θυγάτηρ δὲ Ἡλίου (= Αἰλίου) ἐτῶν μγʹ χαῖ[ρε.

37. Amastris. Nekropole, an der Längsseite eines Sarkophagdeckels (0ᵐ68, Buchst. 0ᵐ035); ein Verschluss:

ΝΕΑΝΠΑΡΘΕΝΙΚΟΥΠΟΣΙΟΣ

38. Amastris. Eine halbe Stunde südwestlich bei Kilisse-Tschukuru. M. Abschr. Höhe 0^{m}22.

///ΕΙΣΙΟΥΚ
///ΡΩΠΟΠΩ
///ΣΠΕΡΙΑΝοΣ
///ΤΩΝΖ

39. Amastris. Ebenda. M. Abschr. 0^{m}30 hoch.

///ΡΥΣΖΛΣΔ///
///ΣΕΞΠΕΡ///
///ΕΤΩΝΜ
ΝΙΗΕΛΠΙΣ

40. Amastris. Ebenda. Fragment 0^{m}42 lang, 0^{m}20 hoch, Buchst. 0^{m}035.

ΘΙΙΣΑΡΤΕΜΕΙΣΙΟ
ΗΛΙΑΚΛΑΥΔΙΑ

θης Ἀρτεμεισίο[υ
Ἠλία (f. Αἰλία s. n. 36) Κλαυδία.

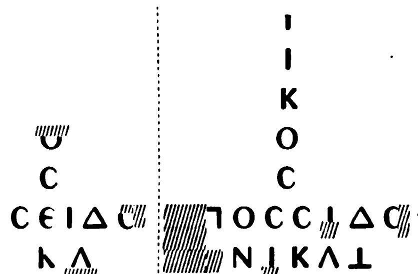
41. Amastris. Ebenda. Über der Thür eines Hauses, ganz mit Kalk übertüncht und schwer zu lesen, an allen Seiten gebrochen. 0^{m}45 hoch, 0^{m}20 breit, Buchst. 0^{m}02.

[illegible]
ΑΞΙΟΥΜΕΝ
ΤΑΣΩΜΑΤΑΗΜ
ΜΗΔΕΠΟΤΕΜΗ
ΕΘΙΝΑΠΑΙΣΠΕ
ΞΑΜΕΘΑΙΟΙΣ
ΤΗΝΑΞΙΩΣΙΝ
ΚΑΙΤΟΙΣΚΑΤΑ
ΑΝΘΡΩΠΟΝΣΑ
ΛΝΕΙΤΑΕΥΓΗΙ
ΔΙΑΔΟΧΑΣΑΛ
ΣΕΙΣΦΙΛΩΝΑ
ΤΟΡΓΙΑΣΠΑΝ
ΓΟΥΣΑΕΠΑ

Die Abschrift ist wohl nicht ganz fehlerfrei. Die erste Zeile mag das Jahr angeben. Der Inhalt scheint auch mit einer Grabschrift vereinbar zu sein; sicher ist eine solche allerdings nicht.

42. Am rechten Partheniosufer, hart am Meere, in den Ruinen eines Poseidon-Tempels. »Gewaltige Marmorblöcke liegen hier übereinander gethürmt, dicht von Lorbeergesträuch überwachsen. Die beiden Inschriften I und II sind an den Seitenflächen einer Marmorpyramide, die im Winkel von 65° convergiren. Eine Abschrift ist auch vom Wege-Ingenieur Hrn. Weickum genommen (s. Athen. Mitth. XII S. 174) und Hrn. Dr. Mordtmann eingesendet worden. Hr. W. hat statt meines zweiten C auf II ein Є copirt und hält I und II

für ganz gleich. Ich habe aber besonders auf die Unterschiede geachtet, wie sie aus meiner Copie besonders hinsichtlich der Stellung der Buchstaben zu einander hervorgehen. Stark verstümmelt; Höhe an der zusammenstossenden Ecke 2ᵐ88. Breite an der Grundfläche von I 0ᵐ92, von II 1ᵐ60, Buchst. 0ᵐ31.« (v. DIEST.)



Die völlige Gleichheit beider Inschriften ist äusserst wahrscheinlich, in den letzten Buchstaben mag ein Beiname des Poseidon stecken.

Ein drittes Bruchstück von 2ᵐ30 Höhe, 1ᵐ60 Breite enthält



43. Tieion, Stein beim Zöllner der Landestelle am Filios-Billaios. 0ᵐ22 hoch, 0ᵐ33 breit, Buchst. 0ᵐ02.

ΑϹΝΙΓЄΡΟϹ
ΙΩΝ ❦ ΜЄ ❦ ΧΑΙΡЄ
ΧΡΗϹΤΗΠΟΝΤΙΚΗϹΤ
ΝΗΑΥΤΟΥ ❦ ЄΤΩΝ ❦ Μ ❦
ΧΑΙΡЄ

. . . ας Νίγερος
ἐτ]ῶν με' χαῖρε
χρηστὴ Ποντικὴ (ἡ γ[υ-
νὴ αὐτοῦ ἐτῶν μ'
χαῖρε.

Herakleia Pontica, bisher nur durch wenige Inschriften ausgezeichnet: C. I. Gr. II 3801 (3800 gehört nach Herakleia a. LATM. s. LEB.-WADD. n. 588) HOMMAIRE DE HELL, voyage en Turquie et en Perse IV S. 339—341 (1—3) u. PERROT Explor. S. 17 f. n. 9—12: kurz, spät und drei sicher christlich.

Nr. 44 und 45 sind von Hrn. BASIL. KARTALIDIS, Lehrer an der griechischen Schule in Herakleia abgeschrieben. Sie befanden sich auf 2 Seiten eines Steines, welcher vor einiger Zeit beim Bau des neuen Konaks ausgegraben und auf Befehl des Kaimakams von Eregli zerschlagen und eingemauert wurde mit mehreren anderen. Die Abschriften wurden in grosser Eile genommen.

Nr. 44. Der Stein scheint eine ziemlich elegante Basis gewesen zu sein (Breite etwa 0m80, Buchst. etwa 0m03). Der Anfang stand auf dem Gesims und ist zerstört.

ΠΑΣΑΝΕΠΙΣΤΑΣΘΑΙΧΑΡΙΝΟΜΟΛΟΓΟΥΜΕΝΜΑΡΚΙΩΖΕ
ΝΟΚΡΑΤΗΤΩΥΜΕΤΕΡΩΠΟΛΕΙ.. ΚΑΙΔΙΑΤΗΝΤΩΝ
ΗΘΩΝΣΕΜΝΟΤΗΤΑΚΑΙΔΙΑΤΗΝΤΟΥΒΙΟΥΚΟ
ΣΜΙΟΤΗΤΑΑΥΞΕΙΜΕΝΚΑΙΓΕΡΑΙΡΕΙΤΟΤΗΣΥ
ΜΕΤΕΡΑΣΠΟΛΕΩΣΑΞΙΩΜΑΚΟΣΜΕΙΔΕΤΟΙΕ
ΡΟΝΗΜΩΝΣΥΝΕΔΡΙΟΝΟΥΜΟΝΟΝΤΗΚΑΤΑΤΟ
ΕΡΓΟΝΑΡΕΤΗΨΗΣΕΣΤΙΝΠΕΡΙΒΟΗΤΟΣΑΛΛΑ
ΚΑΙΗΚΑΤΑΤΗΝΕΥΝΟΙΑΝΣΠΟΥΔΗΦΙΛΟΤΕΙΜΟ
ΤΑΤΟΣΥΠΑΡΧΩΝΩΣΚΑΙΤΟΥΣΚΑΘΕΝΑΤΩΝΗΜΕ
ΤΕΑΩΝΣΥΝΟΔΙΤΩΕΥΕΡΓΕΤΕΙΝΚΑΙΕΝΤΟΙΣ
ΤΩΚΟΙΝΩΑΝΗΚΟΥΣΙΠΡΟΘΥΜΩΣΑΠΑΝΤΑΠΡΑΤ
ΤΕΙΝΩΣΚΑΙΗΔΗΔΙΑΤΗΣΕΑΥΤΟΥΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΟΥΚΟΙΝΑΟΥΔΕΤΑΤΥΧΟΝΤΑΚΑΤΟΡΘΩΣΑΙΗΜΕΙ
ΝΟΘΕΝΕΥΕΡΓΕΤΟΥΜΕΝΟΙΣΤΟΣΑΥΤΑΜΟΝΩΣΟΥ
ΤΩΣΕΛΟΓΙΣΑΝΕΘΑΔΥΝΑΣΘΑΙΤΗΝΚΑΤΑΞΙΑΝΤΗΣ
ΧΑΡΙΤΟΣΑΝΙΟΙΒΗΝΑΠΟΤΙΝΕΙΝΤΡΙΑΝ.ΩΥΝΕΙΝΟΥΣ
ΦΙΛΤΑΤΟΥΣΚΕΚΡΙΚΕΝΑΥΤΩΟΜΟΛΟΓΟΥΝΤΕΣΗ
ΔΕΝΑΙΜΕΝΧΑΡΙΝΑΥΤΟΙΣΣΥΝΗΔΟΝΕΝΟΙΔΕΟΤΙ
ΤΟΙΟΥΤΟΝΕΥΤΥΧΗΣΕΠΟΛΕΙΤΗΝΑΝΘΩΝΑΛ
ΚΑΙΕΔΟΞΕΝΤΗΙΕΡΑΗΜΩΝΑΔΡΙΑΝΗΑΝΤΛΕΙΠΕΡΙ
....ΣΤΙΚΗΟΥΙΕΙΚΗΜΕΓΑΛΗΝΕΩΚΟΡΩΕΠΙΡΩ
ΜΗΣΥΝΟΔΩΨΗΦΙΣΜΑΣΤ ΤΟΝ ΛΜΛ
ΡΑΕΙΚΩΝ ΚΑΙΑΔΡΙΑΝΤ
ΑΝΑΣΤΑΣΕ

πᾶσαν ἐπίστασθαι χάριν ὁμολογοῦμεν Μαρκίω (Ξ)ε-
νοκράτη τῶ ὑμετέρω πολεί[τη] καὶ διὰ τὴν τῶν
ἠθῶν σεμνότητα καὶ διὰ τὴν τοῦ βίου κο-
σμιότητα αὔξει μὲν καὶ γεραίρει τὸ τῆς ὑ-
μετέρας πόλεως ἀξίωμα, κοσμεῖ δὲ τὸ ἱε-
ρὸν ἡμῶν συνέδριον οὐμόνον τῆ κατὰ τὸ
ἔργον ἀρετῆ ἧς ἐστὶν περιβόητος ἀλλὰ
καὶ ἡ κατὰ τὴν εὔνοιαν σπουδὴ φιλοτειμό-
τατος ὑπάρχων ὡς καὶ τοὺς καθ' ἕνα τῶν ἡ(μ)ε-
τέ(ρ)ων συνοδίτω(ν) εὐεργετεῖν καὶ ἐν τοῖς
τῶ κοινῶ ἀνήκουσι προθύμως ἅπαντα πράτ-
τειν ὡς καὶ ἤδη διὰ τῆς ἑαυτοῦ προνοίας
οὐ κοινὰ οὐδὲ τὰ τυχόντα κατορθῶσαι ἡμεῖ-
ν ὅθεν εὐεργετούμενοι τοσαῦτα μόνως οὔ-
τως ἐλογισά(μ)εθα δύνασθαι τὴν καταξίαν τῆς
χάριτος ἀ(μ)οιβὴν ἀποτίνειν **ΤΡΙΑΝ.Ω** *ὑ(μ)εῖν οὓς*
φιλτάτους κέκρικεν αὐτῶ ὁμολογοῦντες (εἰ-)
δέναι μὲν χάριν αὐτοῖς, συνηδό(μ)ενοι δὲ ὅτι
τοιοῦτον εὐτύχησε πολείτην, ἀνθ' ὧν (δὴ?
καὶ ἔδοξεν τῆ ἱερᾶ ἡμῶν Ἀδριανῆ ......

. . . . *μεγάλη νεωκόρω ἐπὶ* Ῥώ-
μη (?) *συνόδω ψήφισμα* . . . . *αὐ*?]*τὸν* [*ἀγα*]*λμά*[*των*
κ]*α*[*ὶ*] *εἰκ*(*ό*)*ν*[*ων*] *καὶ ἀ*(*ν*)*δριάντ*[*ων*? . . . .
ἀναστάσε[*ι* . . ?

Auf der anderen Seite am Gesims (Buchst. etwa 0^{m}07):

ΑΝΕΣΤΗ
ΕΠΙΥΠΑΤΩΝΚΥ
ΦΑΒΙΟΥΚΑΤΥΛΛΕΙ
ΝΟΥΜΦΑΒΙΟΥΑ
ΠΕΡΟΣΕΠΙΔΕΒΑ
ΣΙΛΕΙΑΣΗΡΑΚΛΕΙΔΟΥ
ΗΡΑΚΛΕΙΤΟΥ

ἀνέστη [*ὁ ἀνδρίας*
ἐπὶ ὑπάτων Κυ.
Φαβίου Κατυλλεί-
νου Μ. Φ(λ)αβίου Ἄ-
περος ἐπὶ δὲ βα-
σιλείας Ἡρακλείδου
Ἡρακλείτου

Die Abschrift der grösseren Inschrift wird gegen das Ende hin unsicherer; am meisten ist das bei Z. 20 f. zu bedauern, weil für uns dadurch der Name der Stadt verloren ist, von welcher der Beschluss ausgeht; von den Städten, die hier etwa in Betracht kämen, verbindet auf Münzen Bithynium-Claudiopolis, die Geburtsstadt des Antinoos, den Namen Hadrians mit dem seinigen. Die Anwesenheit des Kaisers daselbst ist in das Frühjahr 124 gesetzt worden (J. DÜRR, Reisen des Kaisers Hadrian S. 53, 260; S. 69). Nur 6 Jahre später, nämlich ins Jahr 130, fällt das auf der Rückseite genannte Consulat; diese Inschrift von der Vorderseite zu trennen, liegt kein Grund vor. Der Titel Neokoros ist allerdings bisher auf den Münzen von Claudiopolis noch nicht zum Vorschein gekommen.

Der Eponym führt den Titel *βασιλεύς* auch in Megara, der Mutterstadt von Herakleia s. C. I. Gr. 1052. 1057., Leb.-Foucart II n. 26 bis 28. 34. Als *φιλόδημος βασίλισσα καὶ* Ἑστία *τᾶς πόλιος* wird eine *ἀρχιέρεια θεοῦ* Ἀντωνείνου in Herakleia bezeichnet s. HOMMAIRE DE HELL a. a. O. S. 339.

46. Herakleia Pontica, an einem kleinen Marmorsarkophag im Besitz des Hrn. JANI TSCHERKESSOGLU. Die Abschrift ist von einem des Griechischen nicht kundigen Türken genommen.

ΟΥΛΗΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ[illegible]ΩΝ
ϡΜ❦ΟΥΛΠΙΟΣΛΙΟΝΥΣΙΟΣ
ΕΤΩΝ❦ΝΕ❦ΧΑΙΡΕ
ΕΛΠΙΣΙΑΝΑΡΙΟΥΓΥΝΑΒΑΦΕΟΣ
ΕΤΩΝ❦ΜΖ❦ΧΑΙΡΕ

Οὔλπ(ιος) Ἰανουάριο(ς ἐτ)ῶν
μ', Οὔλπιος (Δ)ιονύσιος
ἐτῶν νε' χαῖρε
Ἐλπὶς Ἰαν(ου)αρίου γυν[ή oder ἁ?] βαφέ(ω)ς
ἐτῶν μζ' χαῖρε

Das Gewerbe des βαφεὺς gehört zu den in Grabschriften mehrfach genannten.

47. Herakleia Pontica. Abschrift des Hrn. KARTALIDIS; der Stein vernichtet. Buchst. etwa 0ᵐ07.

ΕΙΤΙΔΙΚΑΙΑΥΤΟΚΡΑΤΟΡΙΤ///ΑΙΛΙΩΙ
ΑΔΡΙΑΝΩΙΑΝΤΩ
ΙΣΘΕΙΣΑΝΥΠΟΑΥΤΑΣΠΟΛΙΟΝΚΑΙ
ΠΡΑΤΑΤΟ

.... Αὐτοκράτορι Τ[ρ]αι(αν)ῶι
Ἀδριανῶι Ἀντω ......
κτ]ισθεῖσαν ὑπὸ αὐτ(ᾶ)ς

Beachtenswerth ist, dass in dieser feierlichen Weihinschrift dem Dativ noch das ι beigeschrieben ist.

Z. 3. Andere Dorismen in n. 50.

48. Ebenda. Desgleichen.

ΝΩΝΟΣΕΦΗΒΩΝ
ΟΥΠΥΓΜΗΝΕΦΗΒΩΝ
ΒΥΡΩΝ'ΔΙΟΚΛΗΔΙΟΝΥ
ΚΕΑΝΤΩΝΙΟΣΣΕΒΙ

49. Ebenda. An einem Pfeiler 10ᵐ6 hoch. Buchst. 0ᵐ12.

A
Y
C
O
N
I
S

vergl. C. I. Gr. II p. 1106 n. 2656b.

50. Ebenda. Stein vom Bauplatz des neuen Konaks, oben und rechts gebrochen, nach der fünften Zeile ist die Schrift absichtlich zerstört. 0ᵐ69 hoch, 0ᵐ50 breit. Buchst. 0ᵐ045.

ΕΝΤΩΤΑΣΑΛΙΚΙΑΣΧΙ///
ΔΩΝΤΑΤΑΙΠΟΛΕΙ*ΜΥΡΙ///
ΤΕΣΣΑΡΑΣΑΓΟΡΑΝΟΜΗΣ
ΤΑΤΕΛΛΣΥΓΚΡΙΤΟΣΠΡΕ
///ΙΤΤΠΠΟΤΙΤΟΥΣΥΩ///

ἐν τῶ[ι] τᾶς ἁλικίας χ[ρόνωι
δ(ό)ντα τᾶι πόλει * μύρι[α
τέσσαρα, ἀγορανομήσ[αν-
τά τε [ἀ]συγκρίτ(ω)ς, πρεσ[βεύ-
σαντά τε] ποτὶ τοὺς υ?

51. Ebenda. Ein oben halbrund abgeschlossener Stein, 1ᵐ05 hoch, 0ᵐ28 breit, in einer Bäckerei hinter dem Backofen.

οΡΡοΣΤο
ΙΕΡοΤοΤο
ΕΝΔοΣΜΗ
ΟΑΠΤΕΙΝ

ὅρρος το(ῦ) ἱερο(ῦ) το(ῦ)το, ἐν(τ)ὸς μὴ (ϑ)άπτειν

Hr. von Diest bestätigt ausdrücklich das doppelte ρ im ersten Wort und die Schreibung τοτο; diese findet ihre Analogie in Chios I. Ant. n. 382, wo Roehl auch auf C. I. Att. I 128. 133 verweist. Mit dem δ in ἐντὸς hat es aber wohl kaum seine Richtigkeit. Diese Inschrift ist weitaus die älteste, die bisher, so viel ich sehe, an der Nordküste von Kleinasien zum Vorschein gekommen.

Es folgen noch sechs Inschriften aus der Pergamenischen Landschaft, ebenfalls von Hrn. von Diest abgeschrieben.

52. Beim Pestamaldschi-Tschiftlik am Kaikos. In einem Kranze, Fragment.

ΕΡΟ
ΟLΜΛΟΛΙΑΣΧ
ΟΙΠΑΡΟΟΑΛΑΧΣ

53. In Dobanlar — am Wege von Kiresen nach Kyrkagatsch — in einer Hütte, Fragment (1ᵐ80 lang, Buchst. 0ᵐ03).

ΤΕΜΟΝΜΟ
ΟΤΗΙΙΗΤΡΙ
ΝΕΙΑΣ ΧΑΡΙΝ

Ἀρ]τέμων Μο.... τῇ μητρὶ μνείας χάριν.

54. Ebenda. An einem übrigens glatten Steine, in einer halbkreisförmigen Vertiefung (etwa 0ᵐ001), am unteren Rande (Buchst. 0ᵐ02), vollständig.

ΙΓΟΥ

55. In Bakyr im Hause des Maschinisten der Baumwoll-Fabrik, unter einem Grabrelief:

Ein Reiter.	Ein Baum aus einer Stele herauswachsend.	Weibliche Figur. Liegendes Kind.

(Genauere Beschreibung nicht vorhanden.)

Ο \ΟΔΗΜΟϹΕΤΙΜΗϹ
ΕΝΑΤΤΑΛΟΝΘΕΟ
ΔΟΤΟΥϹ \ΗΙΙΙΚΑ
ΗΡ.ΩΑ

..ὁ δῆμος ἐτίμησ-
εν Ἄτταλον Θεο-
δότου .....?
ἥρ[ω]α

Jetzt auch Bull. de Corr. Hellén. XI S. 478 n. 56 (G. Radet) ohne jede Beschreibung des Reliefs: Z. 3 am Ende auch ἥρωα, im Anfang *οο*.

56. Am Kreuzweg bei Eroglu-Tschiftlik. Marmorbruchstück am Brunnenrand, o^m.42 hoch, Buchst. o^m.03.

ΡΕΕΥΤΕ
ΘΥΓΓΥΝΛΙΚΙΚ
ΙΘΓΛΛΛΟΠΥΩΜΑ
ΤΕΙΡΗΝΟΝΠΟΛΕΙΧΙ
ΠΩΛΛΙΩΝΙΜΕΑΝΔΙΙ

Etwa folgendermaassen zu lesen:

καὶ τῇ] γυν(α)ικὶ κ(αὶ . . . . [οὐδενὶ δὲ ἑτέρῳ ἐξέσται] ἄ)λλο π(τ)ῶμα [εἰσφέρειν, εἰ δὲ μή ὁ παρὰ ταῦτα ποιήσας δώσει τῇ Θυα]τειρηνῶν πόλει χί[λια . . . [ταύτης τῆς ἐπιγραφῆς ἀντίγραφον ἐτέθη εἰς τὸ ἀρχεῖον ἀνθυπάτῳ Τίτῳ Οὐιτρασίῳ] **Πωλλίωνι** *μ[ηνὸς]* **Α**(*ὐ*)*δ[ναίου.*

Grabschriften gleicher Fassung sind aus Thyateira bekannt (s. meine griech. Grabinschriften, welche Geldstrafen anordnen, S. 91 f. n. 92—102).

Die glückliche Erhaltung des Namens Pollio ermöglicht die Fixirung: T. Vetrasius Pollio war Proconsul von Asia 152—153 n. Chr. (vergl. Waddington, Fastes p. 727 f.); andere datirte Inschriften der Art aus Thyateira sind aus den Jahren 128, 139, zw. 211—20 (a. a. O. n. 98. 96. 97). Für n. 92 (Bull. Corr. Hell. XI p. 97 n. 20) hat Klein jetzt den Anfang des dritten Jahrhunderts n. Chr. nachgewiesen (N. Rhein. Mus. XLIII 1888 S. 159 f.).

57. Ein Fragment (o^m.26 hoch, o^m.20 breit, Buchst. o^m.015), das mir in einem Abklatsch des Prinzen Carolath vorliegt, ohne Angabe der Herkunft.

ΜΕ
ΕΟΥΒΩ
ΛΜΕΝΗΣΚΑΙ
ΟΧΛΟΥΚΑΙΜΗ
ΕΞΕΜΑΝΕΝΚΝ
ΛΤΡΙΚΑΕΝΤΟΣΗΜ
ΕΚΑΙΤΟΥΘΕΟΥΕΡ
ΚΑΘΕΤΗΣΕΝΤΗ
ΙΝΥΠΕΡΩ
ΞΟΝΤΟΟ
ΙΑΦΙΑ

Ich füge einige Inschriften aus dem Norden Kleinasiens hinzu.

58/59. Abonuteichos, Ineboli. Zwei Quadern verbaut in einen im Flüsschen stehenden Brückenpfeiler, jeder etwa o^m.60 breit.

58. = Epigraphik von Byzanz S. 68 nach einer Abschrift von C. Mordtmann:

ΚΑΙΣΑΡΑΛΟΥΚΙΟΝΣΕΠΤΙΜΙΟΝ
ΣΕΟΥΗΡΟΝΠΕΡΤΙΝΑΚΑ
ΣΕΒΑΣΤΟΝΕΥΣΕΒΗΕΥΤΥΧΗ
ΟΙΠΕΡΙΓΑΛΛΟΝΑΟΥΕΙΤΟΥ
ΔΙΣΑΡΧΙΕΡΕΑΚΑΙΤΟ·Β·
ΠΡΩΤΟΝΑΡΧΟΝΤΑΑΡ
ΧΟΝΤΕΣΑΝΕΣΤΗΣΑΝ
ΕΚΤΩΝΤΗΣΠΟΛ///ΕΩΣ
ΧΡΗΜΑΤΩΝΕΝ///ΤΩ
ΔΟΣ ΕΤΕΙ

Καίσαρα Λούκιον Σεπτίμιον Σεουῆρον Περτίνακα Σεβαστὸν Εὐσεβῆ Εὐτυχῆ οἱ περὶ Γάλλον Ἀουείτου δὶς ἀρχιερέα καὶ τὸ β′ πρῶτον ἄρχοντα ἄρχοντες ἀνέστησαν ἐκ τῶν τῆς πόλεως χρημάτων ἐν τῷ δοσ′ ἔτει.

Das Jahr 274 ist das Jahr 210 n. Chr. s. oben n. 26.

59. Ebenda, = ἀρχαιολογικὸν παράρτημα τοῦ ιε′ τόμου τοῦ Ἑλληνικοῦ Φιλολογικοῦ Συλλόγου S. 74 n. 54 J. H. Mordtmann nach einer Abschrift seines Vaters.

ΤΟΝΜΕ///Σ///Τ///ΟΝΚΑΙ
ΘΕΙΟΤΑΤ///ΝΑΥΤΟΚΡΑΤΟΡΑ
ΜΑΡΚΟΝΑΥ///ΗΛΙΟΝ
ΑΝΤΩΝΕΙΝΟΝΕΥΣΕΒΗ
ΠΑΡΘΙΚΟΝΜΕΓΙΣΤΟΝ///
ΒΡ///ΤΑΝΝΙΚΟΝΜΕΓΙ///
ΓΕΡΜΑ///ΝΙΚΟΝΜΕΓΙΣΤ///
ΣΕΒΑΣΤΟΝ ΟΙΠΕ///
ΣΕΞΣΤΟΝΟΥΕΙΒΙΟ
ΔΙΟΓΕΝΗΝ·Α·ΑΡ///
ΑΡΧΟΝΤΕΣΑΝΕΣΤ
///′ΤΩΝΤΗΣΠΟ///
///
ΤΕΙ///

Τὸν μέγιστον καὶ θειότατον Αὐτοκράτορα Μάρκον Αὐρήλιον Ἀντωνεῖνον Εὐσεβῆ, Παρθικὸν Μέγιστον, Βρεταννικὸν μέγιστον, Γερμανικὸν μέγιστον Σεβαστόν οἱ πε[ρὶ] Σέξστον Οὐείβιο[ν] Διογένην πρῶτον ἄρ[χοντα] ἄρχοντες ἀνέστ[ησαν ἐκ] τῶν τῆς πόλ[εως χρημάτων ἐν τῷ . . . ἔ]τει.

Eine gleiche Titulatur des Caracalla findet sich in Sparta (C. I. Gr. 1321) auch in Thyateira (C. 3484). — Die Punkte im Omikron sind viel weiter verbreitet als bisher beachtet worden ist, ja man darf die Frage aufwerfen, ob diese Spur des festen Fusses des Zirkels, den man zum Kreisschlagen benützte, nicht ursprünglich zu den festen Bestandtheilen des Omikron gehört hat, welcher erst aufgegeben wurde, als das Zeichen die Werthung Theta erhielt. Dass für dieses seinerseits die alte volle Gestalt mit dem Kreuz aus technischem Grunde aufgegeben ist, habe ich Academy 1887 II n. 792 S. 29 bemerkt.

60. Ebenda. Jenseits des Flüsschens auf den westlichen Höhen über dem Meere angeblich aus einer dort oben ziehenden Mauer, was

zu prüfen bleibt, auf der Oberseite eines langen gespaltenen Epistylblockes.

ΑΓΑΘΗ·ΤΥ[illegible]ΧΗ
Π·ΑΙΛΙΟ[illegible]Ϲ
[illegible]ΟΥΝΙϹΟΥΛ[illegible]ΑΝΟϹ
[illegible]ΥΦΩΝΑΡ[illegible]ΙΕΚΤΩΗ sic
[illegible]ΤΟΙΕ[illegible]

ʾΑγαθῆ τῦχη
Π. Αἴλιος
Φουνισουλᾶνος
Τ]ρύφων ἀρχιτέκτω(ν
ἐ]ποίει

Inschriften griechischer Architekten sind nicht eben häufig; die vorliegende, sehr einfache Fassung begegnet mir hier zum ersten Male.

61. Mayre, 3 Stunden östlich von Iflanibazar, zwischen Zafaranboli und Kastamuni, bei einer Kirchenruine, in welcher sechs Säulen stehen sollen. 1ᵐ80 lang, 0ᵐ80 breit, 0ᵐ40. Abschrift wie sämmtliche Angaben verdanke ich einem griechischen Forstbeamten.

ΑΓΑ·····ΧΗΙΘΕΩ···ΡΩΩΔΗΒΟΝΙΤΗΜΩ
ΜΑ····ΑΒΡΗΛΙΟΣΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣΓΑΙΟΥΤΟΥ
ΚΑΙΧΡΕΙΜΙΟΥΤΟΥΠΡΟΣΤΑΤΟΥΚΑΙΓΑΙΝΕΑΡΧΟΥ
ΕΚΠΡΟΓΟΝΩΝΚΑΙΚΤΙΣΤΟΥΤΩΝΙΕΡΩΝΤΩΙΤΟΝ
ΚΑΙΤΡΟΦΕΩΣΑΣΥΝΚΡΙΤΟΥΚΑΙΠΡΩΤΟΥΑΡΧΟΝΤΟΣ
ΚΑΙΑΡΞΑΜΕΝΟΥΤΩΝΘΕΜΕΛΙΩΝΤΟΥΝΑΟΥ
ΟΓΕΝΕΑΡΧΗΣΚΑΙΠΡΟΣΤΑΤΗΣΚΑΙΤΡΟ
ΦΕΥΣΚΑΙΑΡΧΙΕΡΕΥΣΤΟΥΠΟΝΤΟΥΑΡΞΑΣΤΗΝΜΕΓΙ
ΣΤΗΝΑΡΧΗΝΤΗΣΛΑΜΠΡΟΤΑΤΗΣΑΜΑΣΤΡΙΑΝΩΝ
ΠΟΛΕΩΣΒΕΙΘΙΝΑΡΗΧΣΚΑΙΠΡΟΝΙΤΑΡΧΗΣΤΕΙΜΗ
ΘΕΙΣΥΠΟΘΕΟΥΑΝΤΟΝΕΙΝΟΥΠΑΣΑΙΣΤΑΙΣΤΗΣ
ΠΟΛΗΤΕΙΑΣΤΕΙΜΑΙΣΔΙΑΠΡΕΨΑΣΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΑΣ
ΤΩΝΝΑΟΝΜΕΤΑΠΑΝΤΟΣΤΟΥΚΟΣΜΟΥ
ΑΦΙΕΡΩΣΕΝΕΝΤΩΘ̅Ο̅Σ̅ΕΤΕΙ

ʾΑγα[θῆ τύ]χηι ....
Μά[ρκος] Α(ὐ)ρήλιος ʾΑλέξανδρος Γαΐου τοῦ?
καὶ .....ου τοῦ προστάτου καὶ γ(ε)νεάρχου
ἐκ προγόνων καὶ κτίστου τῶν ἱερῶν [ἀ]γ)ώ(ν)ων?
καὶ τροφέως ἀσυνκρίτου καὶ πρῶτον ἄρχοντος
καὶ ἀρξαμένου τῶν θεμελίων τοῦ ναοῦ
ὁ γενεάρχης καὶ προστάτης καὶ τρο-
φεὺς καὶ ἀρχιερεὺς τοῦ Πόντου, ἄρξας τὴν μεγί-
στην ἀρχὴν τῆς λαμπροτάτης ʾΑμαστριανῶν
πόλεως, Βειθ(υ)νιάρχης καὶ Ποντάρχης τειμη-
θεὶς ὑπὸ θεοῦ ʾΑντ(ω)νείνου πάσαις ταῖς τῆς
πολητείας τειμαῖς διαπρέψας, κατακευάσας

τ(ὸ)ν ναὸν μετὰ παντὸς τοῦ κόσμου
ἀφιέρωσεν ἐν τῷ σος ἔτει

Die Datirung führt auf das Jahr 215; Caracalla hatte allen Freien das römische Bürgerrecht verliehen (Z. 10 f.). Bemerkenswerth ist, dass hier der ἀρχιερεὺς τοῦ Πόντου (ein gleicher in Amastris s. oben n. 28) und der Ποντάρχης ausdrücklich als verschiedene Functionen genannt sind, was indessen P. Monceaux' neuem Vorschlage, dass der in's Spieljahr fallende ἀρχιερεὺς als Ἀσιάρχης, Ποντάρχης u. s. f. bezeichnet wurde, nicht widerspricht, da ja Wiederwahl zulässig war (de communi Asiae provinciae S. 55 ff.).

Ein Ποντάρχης auch in Sinope, Pompeiopolis s. C. I. 4157 und in Amastris, Perrot mém. S. 170; ein Βειθυνιάρχης kommt in Cius vor (Frgm. Leb. 1142) in Prusias ad Hyp. (Mitth. XII 176) nnd ebenda ein Βειθυνιάρχης καὶ Ποντάρχης (Leb. 1178), der auch zu gleicher Zeit τοῦ κοινοῦ ναοῦ τῶν μυστηρίων ἱεροφάντης καὶ Σεβαστοφάντης war, was Waddington z. d. St. auch auf das Priesterthum des jeder Provinz gemeinsamen Kaisertempels bezogen hat. Andere Erwähnungen des Βειθυνιάρχης s. Wadd. a. a. O., Perrot Explor. S. 35 u. oben n. 14).

62. Pompeiopolis = C. I. Gr. 4153.

//////ΘΗΙΤΥΧΗΙ
ΓΑΙΟΝΚΛΑΥΔΙΟΝ
ΓΑΛΛΙΤΤΙΑΝΟΝΥΙ
ΟΝΓΑΛΛΙΚΟΥΑΓΟΡΑ
//ΝΟΜΗϹΑΝΤΑΦΙΛΟΤΕΙ
//ΛΩϹΗΒΟΥΛΗΚΑΙ
ΟΔΗΜΟϹΤΗϹΜΗ//
ΤΡΟΠΟΛΕΩϹΠΟΜ
ΠΗΙΠΟΛΕΩϹ ❦
ΑΝΕϹΤΗΟΑΝΔΡΙΑϹ
ΕΤΕΙ Ϲ̄ ❦

Ἀγαθῆι Τύχηι, Γάϊον Κλαύδιον Γαλλιττιανὸν υἱὸν Γαλλικοῦ ἀγορανομήσαντα φιλοτείμως ἡ βουλὴ καὶ ὁ δῆμος τῆς μητροπόλεως Πομπηιπόλεως. Ἀνέστη ὁ ἀνδριὰς ἔτει σ'.

Z. 10 C. I. Gr. ἀνέστη[σαν] ἀνδρίας ἕνεκεν. Das Jahr ist 136 n. Chr. Auf den Kaisermünzen führt P. gewöhnlich den Titel ΜΗΤ. ΠΑΦΛ.

63. Pompeiopolis. Fragment einer Marmorplatte, später zu anderem Zweck benutzt, an einem Brunnen eingemauert, 1ᵐ28 hoch, 0ᵐ43 dick, Buchst. 0ᵐ03.



Dabei ein anderes Fragment. Zugehörig?



Vielleicht Bruchstück einer Ehreninschrift; Z. 2 τὰς διαν[ομάς.

64. Pompeiopolis. In der Unterstadt, weisse Marmorplatte, 1m08 hoch, 0m50 breit, 0m58 dick.

ΑCΙΑΤΙΚΗΟΥ
ΘΗΡΑCΙΑΤΙΚΟ
ЄΝΘΑΔЄΚΑΤЄ
ΧΕΤΑΙ

Ἀσιατικὴ (θ)υγάτηρ Ἀσιατικο[ῦ] ἐνθάδε κατέχεται.

65. Pompeiopolis. An einem Grabstein in Thürform mit Giebelabschluss, wie sie aus Phrygien bekannt sind (0m85 hoch, 0m52 breit). Am linken Thürflügel in Relief oben eine Kline, darunter ein Henkelkorb, am rechten ein Schloss, darunter ein Kreis, vielleicht ein Schild. Am Thürsturz und an der rechten Laibung:

ΟΝΗ//////ΜΟCΤωΑ
Δ
Є
Λ
Φ
ω

Ὀνή[σι]μος τῷ ἀδελφῷ.

66. Pompeiopolis. In dem aus antikem Material aufgebauten Medresse eingemauert, ganz grosse Buchstaben.

ΥΟΙ

///ΒΑCΤω

67. Karahissar. Eine Stunde südlich von Oejük; später Grabstein.

ΚΟΙΝΤΕ
Τ ΣΙ ϵ

68. Arabsefer. $6^1/_2$ Stunde nordöstlich von Josgâd, auf einem Wege nach Amasia; grosser Grabstein mit Giebel, vor der Moschee, christlich.

ΚΟΙΜΗϹΙϹΕΥϹΤ////
ΟΥΠΕΡΙΟΔΕΥΤΟΥ

κοίμησις Εὐστα[θί-
ου περιοδεύτου

Darunter 2 Kreuze in zwei Kreisen und ein von Epheu umrankter Baum.

69. Boladjik. 2 Stunden nördlich von Arabsefer; ein sehr ähnlicher Grabstein, in die Moschee eingemauert. 1m84 hoch, 1m03 breit.

Kreuz. Baum. Kreuz.
ΚΟΙΜΗϹΙϹΤΟΥΘΕΟ////
Λ////ΟΥΔΙΑΚΟΝΟΥΘΕΟΥ

Darunter drei Kreuze, unter jedem ein Baum.

70. Ortakjoei. 6—7 Stunden nordöstlich von Boladjik, wo auch sonst antike Reste; Bruchstück in Moschee vermauert.

ΛΟΥΚΓ//ΑΓ//
ΒΕΚ■Ι/ΕΑ
ΤΗΣΣΤΗΣ
ΚΙΖΙΣΑΚΑ
////ΡΟΝΟΥΣ

71. Ortakjoei. Buchstaben in Relief.

ΙΙΗΣΙ
ΑΚΑΡΙΑϹΜΝ-
ΜΕϹΕΥΤΜ////ΙΟΥ
ΔΙΑΚΟΝΟΥ
Ein Kreuz.

72. Ebimi. Etwa 3 Stunden östlich von Amasia, an einem kleinen, zum Theil noch in der Erde steckenden Altar (0m58 breit).

ΔΙΙϹΤΡΑΤΙΩ
ΑΡΧΙΑϹΠΟΜ
ΡΟΥΝΤΟϹΓ
ΤΩΝϹΥΝΛΕ
vac.

Διὶ Στρατίῳ Ἀρχίας Πομροῦντος γ' τῶν σὺν λε'

73. Bei Comana Pontica, eine Stunde nordöstlich von Tokat, befindet sich in einem gewaltigen Marmorblock ein Felsengrab, von

diesem ist aussen ein Giebel und unter dem Gesims der Ansatz von 2 Säulen sichtbar geblieben. Der jetzige Name des Ortes ist Ziaret, Pilgerstätte; das Grab galt als Aufenthalt des H. Chrysostomos während seiner ersten Verbannung von Constantinopel (s. Ritter, Kleinasien II S. 116 u. 119, wo es aber Capelle des H. Chr. heisst; eine kleine Abbildung bei H. J. von Lennep, Travels in little known parts of Asia Minor I S. 323). Unter dem Grabe ist eine bisher unbeachtete Inschrift.

ΘΕΟΦΙΛΗΣΙΛΒΔΗΤΟΣΦΟΣΒΙΑΝΤΟΣ
ΓΥΝΗΔΕΦΙΛΟΧΑΡΟΥΜΑΙΦΑΤΟΥ
ΧΑΙΡΕ

Θεοφίλη Ζ(ά)βδητος Φ?οσβίαντος, γυνὴ δέ Φιλοχάρου Μαιφάτου χαῖρε.

Mehrere der Namen tragen einen orientalischen Charakter; *Ζάβδος* C. I. Gr. 4583 aus der Trachonitis, *Ζάβδας* ein Feldherr der Zenobia. Maipha nennt Ptolem. als Hauptstadt in Arabia Felix.

Ausgegeben am 2. August.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.

XXXVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

19. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Roth sprach über die im Trachyttuff des Vomero in Neapel aufgefundenen an Piperno und Sodalith reichen Trachyte, über die Verwitterung der Trachyte von Cumae und die von Scacchi aufgestellte Gruppe der *vulcani fluoriferi della Campania.*

2. Hr. von Helmholtz legte die umstehend folgende Mittheilung des Hrn. Prof. Ferd. Braun in Tübingen vor: Über elektrische Ströme, entstanden durch elastische Deformation.

Über elektrische Ströme, entstanden durch elastische Deformation.

Von Prof. FERDINAND BRAUN
in Tübingen.

(Vorgelegt von Hrn. VON HELMHOLTZ.)

(Erste Mittheilung.)

1. Allgemeine Betrachtungen, die ich früher mitgetheilt habe, veranlassten mich, nach elektrischen Strömen zu suchen, welche durch Druckänderungen in den Contactstellen metallischer Leiter auftreten. Bei dieser Gelegenheit fiel es mir auf, dass durch rasches Biegen von mässig dicken Metalldrähten, deren Enden zu einem Thermomultiplicator führten, die Magnetnadel desselben abgelenkt wurde. Es wirken hier mehrere Umstände, welche Veranlassung zu einer solchen Ablenkung sein könnten: Bewegung der Drahtenden in Luftschichten anderer Temperatur, erdmagnetische Induction, Erwärmen beim Biegen. Wie ich in WIEDEMANN's Galvanismus[1] fand, sind Ströme bei solchen Vorgängen auch schon beobachtet worden;[2] sie werden von G. WIEDEMANN als Thermoströme gedeutet, was für eine Anzahl der Versuche VOLPICELLI's sicher zutrifft. Nach meinen später mitzutheilenden Beobachtungen glaube ich, dass die von den genannten Beobachtern gefundenen Wirkungen vielfach auch auf erdmagnetischer Induction beruhen.

2. Combinationen verschiedener Versuche schienen mir aber dafür zu sprechen, dass in den von mir beobachteten Wirkungen auch Effecte von seither noch nicht genau bekanntem Ursprung sich verstecken möchten, und veranlassten mich, verschiedenes Material zu prüfen. Besonders grosse Wirkungen fand ich bei Nickeldrähten. Die Nadel des Spiegelmultiplicators wich bei starkem Biegen eines geraden 1^{mm}.3 dicken Drahtes um 7 bis 14^{sc} nach der einen Seite, ebensoviel nach der anderen Seite, wenn der Draht wieder gerade

[1] G. WIEDEMANN, Galvanismus (2. Aufl.). I. S. 863.
[2] SULLIVAN, Phil. Mag. (3). 27. p. 261. 1845. VOLPICELLI, C. R. 74. p. 44. 1872.

gebogen wurde. Ich suchte zunächst nach einer Versuchsform, welche stärkere Wirkungen liefert und sie bequemer verfolgen lässt. Gerade Drähte von 1 bis 2^{m} Länge geben bei Änderung der Spannung um $\pm\ 10^{kg}$ nicht $^{1}/_{10}$ Scalentheil Ablenkung. Wickelt man dagegen einen oder einige Meter Draht zu einer Spirale von etwa 25^{mm} Weite und verbindet die Enden mit einem Multiplicator grosser Empfindlichkeit, so zeigt die Nadel beim Ausziehen der Spule um etwa 1 bis 2^{cm} einen Stromstoss in einer gewissen Richtung an; lässt man, nachdem die Nadel in Ruhe gekommen ist, die Spirale wieder in ihre ursprüngliche Form zurückkehren, so entsteht ein gleich starker Stromimpuls nach der anderen Seite. Spannt man an und ab im Tempo der Nadelschwingungen, so lässt sich ihre Bewegung in bekannter Weise vergrössern und leicht bis zu $\pm\ 50^{sc}$ und darüber bringen. Tordiren eines geraden Drahtes oder Auf- und Abwickeln einer Spule (also Bewegungen wie sie beim Aufziehen oder dem freiwilligen Abrollen einer Uhrfeder entstehen) geben keinen Strom.

3. Man könnte an einen Zusammenhang mit den magnetischen Eigenschaften des Nickels denken; indessen zeigen gleiche Spiralen aus Eisendraht eine viel kleinere Wirkung. Auch erdmagnetische Induction kann nicht die Ursache sein — denn, schaltet man die Spule in der entgegengesetzten Richtung in den Galvanometerkreis, so kehrt sich auch der Sinn der Nadelbewegung um. Man könnte denken, in den Windungen der Spirale circulirten schon von Anfang an schwache Ströme und die beobachteten seien nur die Folge gegenseitiger Induction; — schickt man aber von vornherein einen Strom durch die Spule (indem man einfach die Contactstelle mit dem Leitungsdraht durch die Hand erwärmt), so bleibt der beim Ausziehen entstehende Strom nach Richtung und Grösse ungeändert, welches auch die Richtung des constanten die Spule durchfliessenden Stromes ist. Inductionsströme dagegen, welche der relativen Bewegung der Stromkreise ihre Entstehung verdanken, müssten sich mit der Richtung des constanten Stromes umkehren.

4. Räthselhaft bleibt, wie bei einer solchen Spule eine Richtung bevorzugt sein kann. Es schien mir nur die Annahme übrig zu bleiben, dass die Richtung, in welcher der Draht bei seiner Herstellung das Zieheisen passirt hat, maassgebend sei. Bei diesem Vorgang gleiten in Folge der inneren Zähigkeit Cylinder an coaxialen Cylindern vorüber, wie in einer strömenden Flüssigkeit, und Punkte, welche vorher auf einer zur Axe senkrechten Ebene lagen, werden nach dem Ziehen eine kuppenförmige Fläche bilden, wie die leuchtenden Schichten in einer Geissler'schen Röhre. Diese Zugrichtung könnte daher von Einfluss sein. Der Versuch hat diese Voraussicht

thatsächlich bestätigt. Wurde eine Nickelspirale, welche die Erscheinung gut zeigte, ausgeglüht, so war der Effect verschwunden. Liess man sie den Drahtzug, senkrecht zum magnetischen Meridian in einer gemerkten Richtung passiren, wickelte sie wieder zu einer Spirale und schaltete sie in den Multiplicatorkreis, so gab Ausziehen einen Strom, welcher in der Spirale gegen die Richtung, in welcher der Draht durch das Zieheisen gegangen war, floss. In der wieder ausgeglühten Spirale war kein Strom mehr bei Deformation nachweisbar; zog man den Draht aber durch das Zieheisen in der zur gemerkten entgegengesetzten Richtung, so war der Effect wieder da, und der Strom ging jetzt bei Verlängerung der Spirale gegen diese neue Zugrichtung. Es ist mir unter allen seither untersuchten Spiralen, bei denen die Richtung, in welcher der Draht gezogen war, bekannt war, keine Ausnahme von diesem Satze vorgekommen, vorausgesetzt, dass sie vorher stark (bis nahe zur Weissgluth) erhitzt und, bei wiederholtem Ziehen, stets in der gleichen Richtung und ostwestlicher Lage durch das Ziehloch gegangen waren.

5. Aus einer Spule von Nickeldraht, die so lange geglüht war, bis sie keinen bemerkenswerthen Strom mehr gab, zog ich einen langen Draht, zerschnitt denselben in mehrere gleiche Stücke von etwa Meterlänge, bemerkte an jedem derselben die Zugrichtung und wickelte aus dem ersten Stück eine rechts gewundene, aus dem zweiten eine links gewundene und so fort. Dann zeigte sich, dass der Strom, welcher bei einer Verlängerung der Spulen entsteht, bei den rechts gewundenen gegen die Richtung ging, in welcher der Draht das Zieheisen passirt hatte; bei den links gewundenen ging er umgekehrt mit der Zugrichtung. Rechts und links gewundene Spiralen verhalten sich also entgegengesetzt. Daraus erklärt sich, warum bei An- und Abspannen eines geraden Drahtes kein Effect zu beobachten ist.

6. Ich erlaube mir für diese Ströme den Namen Deformationsströme vorzuschlagen. Der beim Ausziehen auftretende Strom soll Dilatationsstrom, der andere Contractionsstrom genannt werden. Die Richtung, in welcher der Draht das Loch passirt hat, will ich kurz die (positive) Axe des Drahtes nennen. Bei Nickel geht der Dilatationsstrom in rechts gewundenen Spiralen gegen die Axe; solche Stoffe sollen negative heissen.

Ertheilt man dem Nickeldraht eine longitudinale Magnetisirung der Art, dass am gezogenen Ende ein Südpol entsteht, so werden die Wirkungen dadurch verstärkt.

In diamagnetischen Metallen habe ich Deformationsströme bisher nicht mit Sicherheit nachweisen können. In Eisen und Stahl scheinen

sie vorhanden zu sein, aber ungleich schwächer als in Nickel. Es kommen dort Nebenwirkungen hinzu, welche die einfachen Erscheinungen trüben; auf diese werde ich in einem zweiten Aufsatze eingehen. Ich werde daselbst auch den Nachweis führen, dass die hier beschriebenen Ströme nicht aus bekannten Erscheinungen magnetelektrischer Induction erklärbar sind.

7. Die Höhe der Schraubengänge der Spiralen ist (innerhalb gewisser aber sehr weiter Grenzen) ohne wesentliche Bedeutung. Liegen die Windungen eng zusammen und gibt Ausziehen negativen Strom, so entsteht bei der nachherigen freiwilligen Contraction der Spirale positiver Strom. Sind die Windungen in der natürlichen Gestalt der Spule schon durch Zwischenräume von mehreren Millimetern getrennt, so gibt Nähern der Windungen durch eine äussere Kraft denselben Effect, als wenn diese Bewegung durch die Eigenelasticität der Spule ausgeführt wird. Man kann kurz sagen: Verkürzung der Spule gibt bei rechts gewundenen Nickelspiralen stets positiven, Verlängerung negativen Effect.

Man überzeugt sich leicht, dass caet. par. die in Bewegung gesetzte Elektricitätsmenge jedenfalls in erster Annäherung proportional ist der Verlängerung. Ebenso, dass sie bei gleicher Deformation der einzelnen Windungen im Verhältniss der Zahl der deformirten Windungen steht. Man braucht nur eine Anzahl derselben ruhen zu lassen und die anderen auszuziehen.

Solche elektromotorische Spulen lassen sich wie galvanische Elemente neben- und hintereinander combiniren, und ihre Wirkungen lassen sich damit jedenfalls so steigern, dass man selbst für rohe Instrumente gut nachweisbare Ströme erhält.

Da, soweit ich sehe, nicht anzunehmen ist, dass derjenige Theil der mechanischen Deformationsarbeit, welcher zur Entstehung elektrischer Energie Veranlassung gibt, vorher die Energieform der Wärme durchmacht (im Gegentheil eine solche Voraussetzung der Grösse weiter unten besprochener Wirkungen sogar zu widersprechen scheint), so ist ein directer und damit vollständiger Umsatz der mechanischen in elektrische Energie anzunehmen. Insofern könnte die Erzeugung der Ströme sogar ökonomisch sein. Den Inductionsströmen gegenüber sind sie vielleicht im Nachtheil, weil durch innere Reibung immer mechanische Arbeit verloren geht.

8. Um einen Vergleich der Intensität der Deformationsströme mit den durch Induction hervorgebrachten zu ermöglichen, diene die folgende Angabe. Eine Nickelspule aus $1^{\mathrm{mm}}.3$ starkem Draht hatte auf eine Länge von 8^{cm} 24 Windungen von je $2^{\mathrm{cm}}.5$ Durchmesser. Zog mau sie um $1^{\mathrm{cm}}.7$ aus und liess sie dann wieder in ihre Gleichgewichts-

lage zurückschnellen, so konnte die Galvanometernadel durch Multiplication auf $\pm 30^{sc}$ Schwingungsbogen gebracht werden. Es wurde nun conaxial in die Nickelspule ein Solenoid aus Kupferdraht gelegt, welches auf eine Länge von $15^{cm}.5$ 90 Windungen enthielt; sein Durchmesser war $1^{cm}.5$. Man schloss und öffnete in dem Solenoid einen constanten Strom und bestimmte die Stärke des constanten Stromes, welcher in der Nickelspule die gleiche Elektricitätsmenge inducirte, die man vorher durch Deformationsströme erhalten hatte. Diese Stromstärke ergab sich zu 5.5 Ampère. Für mein Galvanometer war $1^{sc} = 1.5 \cdot 10^{-6}$ Ampère; die einfache Schwingungsdauer betrug 2 Secunden. Bei anderen Versuchen war $1^{sc} = 0.7 \cdot 10^{-6}$ Amp.; die einfache Schwingungsdauer = 4 Sec.

9. Taucht man eine der beschriebenen Spulen rasch, aber ohne sie dabei zu deformiren, in erwärmtes Petroleum, so entsteht ein kurz andauernder Strom. Bringt man, nachdem derselbe abgelaufen ist, die Spule in ein Petroleumbad von Zimmertemperatur zurück, so entsteht ein gleich starker Strom in entgegengesetzter Richtung. Rasche Erwärmung gibt denselben Effect wie Ausziehen, rasche Abkühlung wie Contraction. Wird eine Spule nur theilweise, etwa mit der linken Hälfte der Windungen eingetaucht, so entsteht ein schwächerer Strom; taucht man dann auch die andere ein, so entsteht ein weiterer Strom in gleicher Richtung wie der erste. Ob man links oder rechts zuerst eintaucht, ist ganz gleichgültig. Ebenso verhält es sich, wenn man zuerst die Windungen nur bis zur Hälfte eintaucht und nachher erst ganz. Es können dies also keine 'secundären' Thermoströme sein.

Wichtig ist es aber (und dieser Umstand allein macht bei Nickel Schwierigkeiten), dass der Draht homogen ist, d. h. dass bei dauerndem Verweilen der Spule in dem Bade höherer Temperatur kein constanter Thermostrom auftritt. Da nun zwischen den beiden aus dem Bade herausragenden Enden der Nickelspule ein Draht von etwa 2 Meter Länge liegt, so kann es nicht befremden, wenn diese Stellen sich öfters wie thermoelektrisch heterogene Körper verhalten. Dann werden aber, zumal bei einer schlecht gedämpften und langsam schwingenden Magnetnadel, die Bewegungen derselben so complicirt werden, dass sie kaum noch zu deuten sind. Bei einem thermoelektrisch homogenen Drahte dagegen sind die Erscheinungen ganz bestimmt; die Ströme kehren sich um, wenn man eine Rechtsspule in eine Linksspule umwickelt und umgekehrt; z. B. gab eine Spirale (No. 1a; Länge 9^{cm}; $21\frac{1}{2}$ Windungen von $2^{cm}.5$ Durchmesser; Draht = $1^{mm}.3$ Durchmesser; Widerstand = 0.2 S. E.) bei einer Längenänderung von $3^{cm}.2$ den Dilatationsstrom -41, den Contractionsstrom

+42. Bei Temperaturänderung von 30 bis 88° gab sie als Erwärmungsstrom: —27, —33, —31; als Abkühlungsstrom +30, +34, +25. Die Spule war dabei rechts gewickelt. — In eine Linksspule verwandelt gab sie (die Dimensionen und die aufgerollte Drahtlänge waren etwas anders), ebenso wie vorher in den Stromkreis geschaltet, den Dilatationsstrom +26, Contractionsstrom —26. Erwärmungsstrom +27, Abkühlungsstrom —25. — Eine andere Spule von ähnlichen Dimensionen wurde erst als Linksspule geprüft, dann zu einer Rechts- und nachher wieder zu einer Linksspule gewickelt. Sie gab als

	Linksspule	Rechtsspule	Linksspule[1]
Dilatationsstrom	+61	—50	+40
Contractionsstrom ...	—62	+55	—40
Erwärmungsstrom ..	+57	—53	+24
Abkühlungsstrom ...	—57	+54	—24

Diese Erwärmungs- und Abkühlungsströme stehen zu den Dilatations- und Contractionsströmen genau in derselben gegenseitigen Beziehung, welche die HH. Curie für pyroelektrische und Deformationsladung bei hemimorphen Krystallen gefunden haben.

10. Die Analogie mit den pyroelektrischen Erscheinungen ist so in die Augen springend, dass man sich fragen muss, ob eine Reciprocität zwischen elektrischem Strom und mechanischer Deformation besteht. Falls eine solche vorhanden ist, so muss nach dem Princip der autostatischen Systeme[2] ein Strom, welcher in der Richtung des Dilatationsstromes fliesst, Contraction bewirken und umgekehrt. Die Beobachtung bestätigt diesen Schluss. An die unterste Windung einer vertical gehaltenen Spirale von 3^{mm} dicken Draht, welche 12 Windungen von $2^{cm}.8$ Durchmesser auf eine Länge von 6^{cm} enthielt, war ein kleines Metallstäbchen gelöthet und die Spirale am oberen Ende eingeklemmt; das untere bewegliche Ende tauchte in Quecksilber. Auf das kleine Stäbchen wurde ein horizontal liegendes Mikroskop mit Ocularmikrometer eingestellt. Man leitet den Strom eines grossen Bunsenelementes hindurch. In der That fand bei der einen Stromrichtung Dilatation, bei der anderen Contraction statt und zwar genau dem Sinne des obigen Princips entsprechend. Die Bewegung war hier nur klein; für die eine Stromrichtung $+2^{sc}$, für die andere -1^{sc} (1^{sc} etwa $0^{mm}.01$), aber deutlich sichtbar. Ein Einfluss der Erwärmung war nicht bemerkbar; die Bewegung entstand momentan, und das Stäbchen blieb dann ruhig stehen. Elektrodynamische Anziehung und Erwärmung könnten nie eine mit der

[1] Temperaturänderung geringer.
[2] Wied. Annalen 33. 337. 1888.

Stromrichtung wechselnde Bewegung geben. Die Wirkung des Erdmagnetismus auf das freie Spulenende konnte durch einen untergelegten Magnetstab compensirt werden; sie war unmerklich klein, ausserdem würde sie die eingetretene und allein entscheidende Dilatation der Spule (nach der gewählten Lage derselben) verkleinert haben.

Eine andere Spirale aus dünnerem Draht ($1^{mm}.3$), ebenso untersucht, gab mehr als $\pm 10^{sc}$ ersten Auschlag. Bei dieser dünneren Spule war ein Einfluss der Stromwärme (Intensität = 7.5 Amp.) bemerkbar, daher wurde nur der erste Ausschlag beobachtet. Die Bewegung dieser Spule und der Sinn derselben sind schon mit blossem Auge zu sehen. Wie zu erwarten, verhalten sich auch hier rechts und links gewundene Spulen verschieden, aber stets ist die Gegenseitigkeit der drei Beziehungen gewahrt. Kupfer- und Messingspulen zeigten nur Contraction.

11. Man wird auf die Frage geführt, ob hier auch Verschiedenheiten der Leitungsfähigkeit je nach der Stromrichtung vorliegen. Dahin zielende Versuche haben mir keinen Einfluss ergeben. Der Widerstand ändert sich für schwache Ströme (0.1 bis 0.05 Amp. pro Mm^2 Querschnitt) mit der Stromrichtung höchstens um $^1/_{600}$, ich glaube sogar, wenn überhaupt, höchstens um $^1/_{3000}$ seines Werthes. Ich will jedoch nicht in Abrede stellen, dass nicht vielleicht kleine Unterschiede bestehen können. In der That wäre es sonderbar, wenn der Strom eine jedenfalls der ersten Potenz seiner Intensität proportionale mechanische Änderung hervorbrächte, die sich nicht auch im Widerstand aussprechen sollte.

Immerhin wäre es nicht ohne Analogie, dass das elektrische Verhalten eines Körpers nach verschiedenen Richtungen mit seinem sonstigen nicht parallel geht. Diëlektrica z. B. zeigen im elektrischen Felde optische Doppelbrechung; diese lässt sich sogar, wie RÖNTGEN gezeigt hat, noch bei destillirtem Wasser nachweisen. Es ist also ohne Frage auch eine vom Strom durchflossene Salzlösung optisch nicht mehr isotrop. Dagegen bleibt sie es für den elektrischen Widerstand, ebenso wie die Diëlektricitätsconstante keinen Unterschied parallel und senkrecht zu den Kraftlinien zeigen kann. Eine einfache Überlegung führt zu der Nothwendigkeit dieses Resultates. Wäre es nämlich nicht der Fall, so müsste Folgendes eintreten. Man denke sich auf einer Niveaufläche des statischen oder des Stromfeldes zwei Elektroden angebracht und diesen durch Ladung gleichfalls einen Potentialunterschied ertheilt. Änderte nun die Ladung der Feldelektroden die Potentialdifferenz der Niveauelektroden, so würden, da dieser Einfluss ein gegenseitiger sein muss, alle Ladungen im

einen oder anderen Sinne sich fortwährend ändern — was offenbar in der Natur nicht eintritt.

12. Dass für grössere Stromstärken aber der Widerstand der Nickelspiralen, wenn auch wenig, mit der Richtung wechseln muss, geht daraus hervor, dass Ausziehen der Spulen den Widerstand etwas vergrössert. Beim Abspannen geht er wieder auf seinen Anfangswerth zurück. Die Änderungen, welche ich beobachtete, waren etwa $^1/_3$ Procent. Aus den oben mitgetheilten Thatsachen folgt in Verbindung mit dieser Widerstandsänderung, dass jedenfalls bei einer frei beweglichen Spule der Widerstand nicht von der Stromstärke unabhängig sein kann, vielmehr bei constanter Temperatur sich der ersten Potenz derselben proportional ändern muss. Er wird damit von der Stromrichtung abhängig.

13. Ändert man bei gleicher Dicke und Länge des Drahtes die Weite der Spulen oder die Ganghöhe der Schrauben über ein gewisses Maass, so ändern sich auch die Effecte. Immer aber bleiben, soweit die seither mehr qualitativen Versuche einen Schluss gestatten, Deformationsstrom, Erwärmungsstrom und Deformation durch den Strom einander proportional.

14. Während ein Nickeldraht durch das Zieheisen geht, treten kräftige Ströme in ihm auf; sie werden besonders intensiv, wenn er bereits mehrere Löcher passirt hat. Ein Durchziehen um 10^{cm} kann dann schon einen Ausschlag von 600 bis 800^{sc} bewirken. Nach meinen seitherigen Erfahrungen fliessen diese Ströme stets gegen die Zugrichtung. Sie verhalten sich also wie der Dilatationsstrom in rechts gewundenen Spiralen. Als ich aber eine links gewundene Spirale so lange erhitzt hatte, dass sie nur noch geringe Effecte gab, sie dann streckte und so durch das Eisen ziehen liess, dass ein Strom in der Zugrichtung hätte entstehen müssen, falls man ihn als Dilatations- oder Erwärmungsstrom auffassen wollte, so floss der beobachtete Strom doch gegen die Zugrichtung.

15. Die Unterscheidung zwischen Rechts- und Linksspulen, welche ich seither gemacht habe, lässt sich umgehen, indem man beide aus dem gleichen Falle ableitet und damit die allgemeinste Fassung für sämmtliche Thatsachen erhält. Man denke sich eine flache Spirale (wie eine Uhrfeder) gewickelt und diese in der Weise deformirt, dass man etwa das äussere Ende festhält und das innere aus der Windungsebene herausbewegt; je nachdem man die Bewegung im einen oder anderen Sinne ausführt, entsteht eine conische Rechts- oder Linksspule. Auch für diese gelten alle seitherigen Sätze. Bewegungen des inneren Endes, welche im Raume immer nach derselben Richtung erfolgen, geben auch immer Strom in derselben Richtung. Daraus

lässt sich eine der Ampère'schen Regel ähnliche Elementarregel ableiten. Auf ihre einfachste Form werde ich später kommen.

16. Die mitgetheilten Thatsachen scheinen mir, auch wenn man sich von einem Erklärungsversuche vollständig fern hält, Interesse zu bieten. — Die beschriebenen Ströme erinnern an diejenigen, welche im tetanisirten Muskel auftreten.

Für die wissenschaftliche Anwendung und für die Technik werden sie Vortheile bieten können. Eine vom Strom durchflossene Nickelspirale gibt durch ihre axiale Verlängerung direct Grösse und Richtung des sie durchfliessenden Stromes an; an beiden Enden befestigt, wird sie sich in ihrer Mitte verhältnissmässig stark durchbiegen. Eine rechts und eine links gewundene Spule, welche vertical herabhängen und einen horizontalen Querstab tragen, müssen denselben, wenn sie hintereinander vom gleichen Strome durchflossen werden, drehen, ohne dass die Stromwärme einen Einfluss haben kann. — In den Kreis eines stromanzeigenden Apparates geschaltet, gestattet eine Nickelspirale rasche Änderungen ihrer Spannung oder Temperatur an entfernten Stellen automatisch anzuzeigen. Die Deformationsströme und die ihnen reciproke Erscheinung lassen sich voraussichtlich für die elektrische Übertragung von Schallwellen oder von Schwingungen grösserer Amplitude benutzen, und für das Radiophon wird eine dünne Nickelspule eine wirksame galvanische Zelle sein.

Über eine nahezu 26-tägige Periodicität der Gewittererscheinungen.

Von Wilhelm von Bezold.

(Vorgetragen am 5. Juli [s. oben S. 715].)

Durch die Untersuchungen von Broun[1], Hornstein[2], Liznar[3], P. A. Müller[4] und Ad. Schmidt[5] ist das Vorhandensein einer nahezu 26-tägigen mit der Dauer der Sonnenrotation zusammenfallenden Periode in den Schwankungen der verschiedenen erdmagnetischen Elemente in einer jeden Zweifel ausschliessenden Weise nachgewiesen.

Bei dem nahen Zusammenhange zwischen den magnetischen und elektrischen Erscheinungen lag der Gedanke nahe, dass sich auch in der Häufigkeit oder Heftigkeit der Gewitter die gleiche Periode werde erkennen lassen.

Thatsächlich habe ich auch schon vor zwei Jahren einen Versuch gemacht, das ausserordentlich reichhaltige Material an Gewitterbeobachtungen, welches seit dem Jahre 1879 an der k. b. meteorologischen Centralstation München gesammelt wurde, unter diesem Gesichtspunkte zu verarbeiten.

Aber obwohl das Ergebniss in gewissem Sinne die Vermuthung zu bestätigen schien, so konnte ich mich doch nicht entschliessen mit demselben vor die Öffentlichkeit zu treten und zwar aus den nachstehenden Gründen:

Erstens wegen der Fremdartigkeit, die der Gedanke an den Einfluss der Sonnenrotation auf atmosphaerische Vorgänge schon im Allgemeinen an sich trägt, und die auch den thatsächlich nachgewiesenen Einfluss auf die magnetischen Erscheinungen als höchst räthselhaft erscheinen lassen musste.

---

1 Compt. rend. Tom. 76 p. 695—699. 1873.

2 Sitzungsber. d. Wien. Ak. LXIV (2) S. 62—97. 1872. Vergl. auch ib. LXVII (2) S. 385—416. 1873.

3 Sitzungsber. d. Wien. Ak. XCI (2) 454—475. 1885. — Ib. XCIV (2) 834—843. 1886. — Ib. XCV (2) 394—408. 1887.

4 Mél. phys. et chim. de St. Pétersb. XII. p. 387—405. 1886.

5 Sitzungsber. d. Wien. Ak. XCVI (2) S. 989—1006. 1887.

Setzt doch eine solche Einwirkung nicht nur voraus, dass sich an dem Sonnenkörper oder an dessen Oberfläche Stellen befinden, die dauernd mit besonderen Eigenschaften begabt sind — etwa entsprechend der Vertheilung von Festland und Wasser auf der Erdoberfläche — sondern auch, dass die Wirkung dieser Stellen nach Art der Strahlung erfolge.

Denn wenn diese Rotation einen Einfluss äussern soll, so muss unbedingt die jedesmal nach Vollendung derselben in gleicher Weise der Erde gegenüberstehende Seite des Sonnenkörpers ganz bestimmte durch eine besondere Wirkung ausgezeichnete Eigenthümlichkeiten besitzen.

Dabei kann aber diese Wirkung keinesfalls eine sogenannte Fernwirkung sein, da der Durchmesser der Sonne im Vergleiche zur Entfernung der Erde ein so geringfügiger ist, dass sie auch unter den gewagtesten Annahmen über die Intensität derselben nicht zur Geltung kommen könnte.

So könnte z. B. auch der denkbar stärkste senkrecht zur Sonnenaxe stehende Magnet von den Dimensionen des Sonnenkörpers bei der Rotation um diese Axe doch auf der Erde keine bemerkbare Wirkung mehr äussern und ähnlich würde es sich mit irgend welchen elektrischen Massen an der Sonne ebenfalls verhalten.

Ein weiterer Umstand, der mich hinsichtlich der in den Gewittererscheinungen wirklich hervortretenden Periode von gleicher Dauer, wie sie die obengenannten Phaenomene zeigen, misstrauisch machte, bestand in einer eigenthümlichen Zweitheilung des Maximums der Periode.

Indem nämlich die Zahlen der für die einzelnen Tage eingelaufenen Gewittermeldungen nach Perioden von 25.84 Tagen gruppirt wurden, zeigte sich zwar ein ziemlich einfacher Gang besonders zu beiden Seiten des absoluten Minimums, dagegen waren zwei Maxima zu beiden Seiten jener Stelle, an welcher man ein einfaches Maximum erwarten sollte.

Das Eigenthümliche einer derartigen Periodicität sowie die oben angeführten Betrachtungen über das Räthselhafte eines angeblichen Einflusses der Sonnenrotation auf irdisch-atmosphaerische Vorgänge überhaupt, veranlasste mich, den damals gemachten Versuch wieder fallen zu lassen.

Da zeigten die schönen Versuche des Hrn. Hertz[1] und die sich daran schliessenden der Herren E. Wiedemann und H. Ebert[2],

---

[1] Sitzungsber. d. Berl. Ak. 1887. S. 487—490.

[2] Wiedem. Ann. XXXIII S. 241—264. 1888.

sowie von S. ARRHENIUS,[1] dass das Leitungsvermögen der Luft durch Bestrahlung mit ultraviolettem Lichte eine wesentliche Änderung erfährt, und eröffneten so mit einem Male eine Aussicht zur Erklärung eines durch Strahlung vermittelten Einflusses der Sonnenrotation auf magnetische oder richtiger auf elektrische Vorgänge in der Atmosphaere.

Denn wenn auch bis zur wirklichen Gewinnung einer solchen Erklärung noch ein weiter Weg zu durchlaufen sein wird, so hat eine Einwirkung der oben bezeichneten Art durch diese Untersuchungen doch wenigstens den Charakter der äussersten Unwahrscheinlichkeit verloren.

Lässt man aber derartige Einflüsse zu, so darf es trotzdem nicht Wunder nehmen, wenn gerade bei den Gewittererscheinungen keine einfache Periode herauskommt, sondern eine solche, die eben in der Gegend des Hauptmaximums eine jähe Unterbrechung zeigt.

Denn wenn man auch die Möglichkeit solcher solarer Einflüsse auf die Gewittererscheinungen zugiebt, so wird man sie doch höchstens als nebenher in untergeordnetem Maasse mitbestimmend betrachten können. Weiss man doch z. B. welch' ausserordentlichen Einfluss die Temperaturen äussern, insofern hohe Temperaturen die Gewitterbildung unterstützen, niedrige dieselbe hemmen.

Nun ziehen aber Gewitter im Allgemeinen einen Temperaturrückgang nach sich und setzt sich dadurch die »Neigung zur Gewitterbildung« gewöhnlich nach einigen Tagen selbst ein Ziel. Thatsächlich zeigen auch die Zusammenstellungen, dass im Allgemeinen mehrere Gewittertage aufeinander folgen, dass aber, sobald die Ausdehnung und Intensität der Gewitter einen gewissen Höhepunkt erreicht, die sie begleitende starke Abkühlung nun einen plötzlichen Rückgang und mehrere Tage mit geringerer Entwickelung dieser Erscheinung nach sich zieht.

Es ist demnach schon von diesem Gesichtspunkte aus ein zu lange andauerndes Wachsthum in Häufigkeit und Heftigkeit der Gewitter nicht wohl denkbar.

Übrigens darf man auch schon deshalb keine regelmässige Periode erwarten, da eine solche nur bei einer ganz bestimmten Vertheilung der an der Sonnenoberfläche vorausgesetzten wirkenden Stellen denkbar wäre.

Jedenfalls schien es mir nach diesen Betrachtungen durchaus angezeigt, den Versuch mit der Gruppirung der Gewitterbeobachtungen nach einer der Sonnenrotation entsprechenden Periode wiederum aufzunehmen.

---

[1] WIEDEM. Ann. XXXIII S. 638—643. 1880.

Ich that dies um so lieber, als inzwischen auch das Beobachtungsmaterial erheblich gewachsen war und sich die Untersuchung für Bayern auf den Zeitraum von 1880 bis 1887, also auf 8 Jahre, für Württemberg von Ende 1880 bis 1887, also auf 7 Jahre ausdehnen liess.

Als Grundlage für die Untersuchung dienten mir die von den Gewitterbeobachtungsstationen in Bayern und in Württemberg eingelaufenen Meldungen.[1] Es wurde demnach für jeden Tag einfach die Anzahl der Postkarten eingesetzt, welche Meldungen über Donner brachten. Blosses Wetterleuchten wurde nicht berücksichtigt, weil für derartige Aufzeichnungen Zufälligkeiten, wie Tageslänge, grössere oder geringere Klarheit des Himmels, Mondschein u. s. w. viel zu erheblich in das Gewicht fallen.

Ich verkenne nicht, dass die hier gewählte Grundlage gar manche Eigenthümlichkeiten an sich trägt, und dass man über sehr grosse Zahlen von solchen Meldungen verfügen muss, um die störenden Einflüsse auszuschalten.

Aber soviel steht wenigstens fest, dass an einem Tage, von welchem sehr viele Meldungen eingelaufen sind, die Gewittererscheinungen eine grosse räumliche Ausdehnung besessen haben, und dass man demnach bei einem fest umgrenzten Meldungsgebiet in der Zahl dieser Meldungen immerhin ein gewisses Maass für die Entwickelung dieser Erscheinungen besitzen.

Wenn an einem Tage von 250 Stationen, welche derartige Aufzeichnungen machen, 200 ein Gewitter gemeldet haben, so lehrt dies jedenfalls, dass die Störung des elektrischen Gleichgewichts an diesem Tage weit beträchtlicher war, als an einem anderen, an welchem von der gleichen Zahl von Beobachtern nur 20 wirklich ein Gewitter an ihrem Wohnorte beobachtet haben.

Man hat deshalb in der Zahl der eingelaufenen Meldekarten wenn auch nicht ein eigentliches Maass, so doch immerhin einen Anhaltspunkt für die grössere oder geringere Entwickelung der Gewitterthätigkeit an einem bestimmten Tage.

Aber eben wegen der Eigenartigkeit des benutzten Materiales glaubte ich auch bei der Untersuchung einen anderen Weg einschlagen zu sollen als die oben erwähnten Forscher, welche eigentliche Messungen zu Grunde legen konnten.

Ich versuchte deshalb ganz einfach, ob sich unter Benutzung jener Dauer der Periode, welche nach diesen Forschungen die meiste Wahrscheinlichkeit für sich hat, auch in den Gewittermeldungen eine solche Periodicität erkennen lasse.

---

[1] von Bezold und Lang bez. Lang und Erk, Beob. d. met. Stat. in Bayern Bd. II—IX, Jahrgg. 1880—87.

Als solch wahrscheinlichsten Werth glaubte ich den von Herrn Müller ermittelten zu 25.84 Tagen ansehen zu sollen, da auch Hr. Liznar, der früher rund 26 Tage annahm, bei seiner neuesten Untersuchung, die sich auf die an den Polarstationen Jan Mayen und Fort Rae gemachten magnetischen Beobachtungen stützt, ebenfalls auf nahezu denselben Werth, nämlich 25.85, geführt wurde.

Übrigens versuchte ich es auch mit anderen Annahmen, wie 25.0, 25.25, 25.5, 25.75, 26.0 u. s. w., kam aber dabei zu keinen Resultaten. Unter der Annahme, dass $T = 25.84$ Tage die Dauer einer Periode sei, führte ich nun die Untersuchung in folgender Weise:

Da

$$T = 25.84 = 26.00 - 0.16 = 26 - \frac{4}{25}$$

ist, so ist

$$25\,T = 25 \times 26 - 4$$

d. h. 25 Perioden zu 26 Tagen umfassen nach Ausschaltung von 4 Tagen genau 25 Perioden zu 25.84 Tagen oder, wie es im Nachstehenden der Kürze halber immer heissen soll, genau 25 Sonnenrotationen.

Man kann demnach anstatt der Perioden von der Dauer 25.84 solche von 26 Tagen setzen, wenn man nur bei der 6ten, 12ten, 18ten und 25sten jedesmal einen Tag ausschaltet, oder man kann, wenn man es lieber so ausdrückt, an die Stelle von 25 Sonnenrotationen 21 Perioden von je 26 und 4 von je 25 Tagen setzen, wobei man natürlich die kürzeren gleichmässig unter die anderen vertheilen muss.

Ich theilte dementsprechend den ganzen mir zur Verfügung stehenden Zeitraum in Abschnitte von $646 = 25\,T$ Tagen und fügte die auf diese 646 Tage bezüglichen Beobachtungsdaten in ein Schema ein von nachstehender Form:

	I	II	III	. . . . . .	XXIV	XXV	XXVI
(1)	a_1	b_1	c_1	. . . . . .	x_1	y_1	z_1
(2)	a_2	b_2	c_2	. . . . . .	x_2	y_2	z_2
.	.	.	.	. . . . . .	.	.	.
(5)	a_5	b_5	c_5	. . . . . .	x_5	y_5	z_5
(6)	a_6	b_6	c_6	. . . . . .	x_6	y_6	$[a_7]$
(7)	a_7	b_7	c_7	. . . . . .	x_7	y_7	z_7
.	.	.	.	. . . . . .	.	.	.
(24)	a_{24}	b_{24}	c_{24}	. . . . . .	x_{24}	y_{24}	z_{24}
(25)	a_{25}	b_{25}	c_{25}	. . . . . .	x_{25}	y_{25}	$[a_{26}]$
	A	B	C	. . . . . .	X	Y	Z^*

wobei $A = \sum_1^{25} a_\nu$, $B = \sum_1^{25} b_\nu$ u. s. w.

Um auch den Werth von Z^*, d. h. die Summe für den 26. Tag der Periode, bei dem 25 Rotationen 4 mal ausgeschaltet sind, annäherungsweise zu erhalten, wurden an diesen Ausschalttagen die Werthe vom 1. Tag der folgenden Rotation eingesetzt, die letzteren also sowohl in der ersten als in der letzten Verticalzeile zur Summation benutzt. Im Schema sind diese Werthe durch [ ] hervorgehoben, der Buchstabe Z aber und später die ihm entsprechenden Zahlen durch * ausgezeichnet.

Zur Einordnung in dieses Schema standen mir zur Verfügung: von Bayern die Beobachtungen vom 1. Januar 1880, von Württemberg jene vom 28. December 1880 bis zum 31. December 1887.

Es lagen zwar aus Bayern auch schon Aufzeichnungen vor vom Jahre 1879, von Württemberg von 1880, doch glaubte ich diese wegen der damals noch mangelnden Vollständigkeit nicht benutzen zu dürfen.

Streng genommen, müsste man sich bei dieser Untersuchung immer auf einen Zeitraum beschränken, der gerade ein Vielfaches von 25 Rotationen oder 646 Tagen umfasst, ich hätte also eigentlich die mit dem 1. Januar 1880 beginnende Untersuchung mit dem 27. Januar 1887 schliessen müssen, da an diesem Tage gerade 100 Rotationen zu 25.84 Tagen ihren Abschluss fanden.

Da jedoch noch von dem ganzen Jahre 87 Beobachtungen vorlagen, so schien es mir passend, noch 12 Rotationen hinzuzufügen und erst mit dem 3. December 1887 zu schliessen, so dass nunmehr ein Zeitraum von 2894 Tagen berücksichtigt ist, während es eigentlich 2894.08 Tage sein sollten.

Für Württemberg wurde mit dem 28. December 1880 begonnen, so dass der Anfang mit jenem des 15. Cyklus der bayerischen Reihe zusammenfiel, während für beide Gebiete derselbe Endtermin gewählt wurde.

Die Untersuchung des württembergischen Materials umfasst demnach 98 Rotationen oder 2532 Tage.

Dabei betrug die Zahl der aus Bayern vorliegenden Beobachtungen 40522, von denen 308 der Ausschalttage wegen doppelt in Betracht gezogen werden mussten, aus Württemberg 6497, von denen 72 doppelt zu rechnen waren, so dass die Summen der Columne C in den später folgenden Tabellen 40830 bez. 6569 betragen.

Das Ergebniss der auf dieser Grundlage durchgeführten Untersuchung findet man in den nachfolgenden Tabellen.

Die erste Verticalzeile derselben enthält die Ordnungszahlen der Tage innerhalb der zu 26 Tagen gerechneten Periode. Da der letzte Tag mit einem Bruchtheil von 0.16 über dieselbe hinausgreift, so wurden, wie schon bemerkt, alle auf ihn bezüglichen Zahlen durch * hervorgehoben.

Die nächste mit *a* überschriebene Zeile giebt die durch Übereinanderlagerung in der oben beschriebenen Weise gewonnenen Zahlen für einen Theil des ganzen Zeitraums und zwar bei Bayern für 50, bei Württemberg für 36 Rotationen, die mit den letzten 36 der bayerischen Reihe gleichzeitig waren.

Die so erhaltenen Zahlen müssen nothwendiger Weise mit einer Menge von Zufälligkeiten behaftet sein, die sich aus der Art des benutzten Materials ergeben, sowie daraus, dass auf die Gewittererscheinungen neben den die hier betrachtete Periodicität bedingenden doch noch viele andere Umstände und zwar in weit höherem Maasse einwirken.

Um diese Zufälligkeiten mehr zurücktreten zu lassen, wurden neben die rohen Summen A, B, $C \ldots$, wie sie unter *a* zu finden sind, unter *a'* abgerundete gesetzt, die nach der Formel

$$A' = \frac{Z^* + A + B}{3}, \quad B' = \frac{A + B + C}{3} \quad \text{u. s. w.}$$

Bayern.

	1. Januar 80 — 15. Juli 83				16. Juli 83 — 3. Dec. 87				1. Januar 80 — 3. Dec. 87			
	roh *a*		abgerundet *a'*		roh *b*		abgerundet *b'*		roh *c*		abgerundet *c'*	
I	497	—	720	±	799	—	794	—	1296	—	1514	—
II	**1239**	+	886	+	747	—	886	+	1986	+	1772	+
III	921	+	**1062**	+	1113	+	982	+	2034	+	2044	+
IV	1027	+	996	+	1085	+	**1163**	+	2112	+	**2159**	+
V	1039	+	881	+	**1291**	+	1030	+	**2330**	+	1911	+
VI	576	—	827	+	714	—	783	—	1290	—	1610	+
VII	867	+	595	—	344	—	601	—	1211	—	1196	+
VIII	341	—	620	—	745	—	643	—	1086	—	1263	—
IX	652	—	589	—	841	+	772	—	1493	—	1361	—
X	774	+	636	—	729	—	728	—	1503	—	1364	—
XI	483	—	571	—	613	—	616	—	1096	—	1187	—
XII	457	—	439	—	504	—	715	—	962	—	1154	—
XIII	377	—	509	—	1028	+	836	—	1405	—	1345	—
XIV	692	—	541	—	977	+	835	—	1669	+	1376	—
XV	553	—	727	+	502	—	628	—	1055	—	1355	—
XVI	936	+	683	—	406	—	621	—	1342	—	1304	—
XVII	561	—	681	—	954	+	767	—	1515	—	1449	—
XVIII	547	—	612	—	942	+	1013	+	1489	—	1625	+
XIX	727	+	702	—	1144	+	1060	+	1871	+	1762	+
XX	833	+	855	+	1094	+	**1128**	+	1927	+	**1983**	+
XXI	1004	+	904	+	1147	+	1018	+	**2151**	+	1922	+
XXII	874	+	**994**	+	815	—	901	+	1689	+	1895	+
XXIII	**1105**	+	923	+	741	—	775	—	1846	+	1698	+
XXIV	790	+	800	+	770	—	909	+	1560	—	1686	+
XXV	435	—	650	—	**1217**	+	941	+	1652	+	1491	—
XXVI*	424*	—	452*	—	836*	—	961*	+	1260*	—	1413*	—
Mittel	720		720		850		850		1570		1570	

Württemberg.

	28. Dec. 80 — 15. Juli 83				16. Juli 83 — 3. Dec. 87				1. Januar 80 — 3. Dec. 87			
	roh		abgerundet		roh		abgerundet		roh		abgerundet	
I	56	—	90	—	122	—	123	—	178	—	214	—
II	167	+	145	+	103	—	122	—	270	+	268	+
III	**213**	+	**163**	+	142	—	153	+	355	+	316	+
IV	109	+	160	+	215	+	**214**	+	324	+	**374**	+
V	158	+	123	+	284	+	211	+	**442**	+	334	+
VI	102	—	131	+	134	—	158	+	236	—	289	+
VII	134	+	87	—	55	—	125	—	189	—	212	—
VIII	24	—	100	—	187	+	114	—	211	—	215	—
IX	143	+	73	—	101	—	126	—	244	—	219	—
X	113	+	105	—	90	—	101	—	203	—	206	—
XI	58	—	71	—	112	—	103	—	170	—	174	—
XII	41	—	59	—	108	—	129	—	149	—	188	—
XIII	78	—	84	—	166	+	139	—	244	—	222	—
XIV	132	+	105	—	142	—	130	—	274	+	236	—
XV	106	±	131	+	83	—	98	—	189	—	229	—
XVI	155	+	107	—	68	—	91	—	223	—	198	—
XVII	60	—	82	—	122	—	109	—	182	—	191	—
XVIII	31	—	53	—	137	—	131	—	168	—	184	—
XIX	67	—	77	—	134	—	162	+	201	—	239	—
XX	133	+	120	+	216	+	199	+	349	+	319	+
XXI	161	+	144	+	**246**	+	**210**	+	**407**	+	354	+
XXII	139	+	**165**	+	167	+	198	+	306	+	**363**	+
XXIII	**195**	+	132	+	180	+	160	+	375	+	292	+
XXIV	63	—	110	+	133	—	177	+	196	—	287	+
XXV	72	—	61	—	219	+	166	+	291	+	227	—
XXVI*	48*	—	59*	—	145*	—	162*	+	193*	—	221*	—
Mittel	106		106		147		147		253		253	

gewonnen sind. Hierbei wurden jedoch der Vereinfachung wegen, die bei der Abrundung sich ergebenden Bruchtheile weggelassen, beziehungsweise durch Aufrunden nach oben in Rechnung gebracht.

Die unter b und b' stehenden Zahlen geben die entsprechenden Werthe für einen zweiten Zeitabschnitt, der sowohl für Bayern als für Württemberg 62 Rotationen umfasst.

Unter c und c' aber findet man die Summen für den ganzen betrachteten Zeitraum, so dass man die unter c und c' stehenden Zahlen einfach durch Addition der auf der gleichen Horizontallinie stehenden Werthe unter a und b beziehungsweise a' und b' erhält, wobei jedoch im letzteren Falle wegen der vorgenommenen Abrundung zwischen den so erhaltenen und den in der Tabelle befindlichen Werthen Differenzen um eine Einheit vorkommen können.

Die unterste Horizontalzeile enthält Mittelwerthe der senkrecht darüber stehenden Zahlen, welche es ermöglichen, die Abweichung

einer einzelnen Zahl von diesem Mittel leicht zu bilden, oder sich wenigstens über den Sinn derselben rasch zu orientiren.

Der Sinn dieser Abweichung wurde übrigens in besonderen, den Verticalzeilen beigefügten kleinen Columnen durch + und — Zeichen ersichtlich gemacht.

Ausserdem sind die Hauptmaxima in jeder Verticalzeile durch den Druck hervorgehoben.

Dies vorausgeschickt, werden die Tabellen leicht verständlich sein.

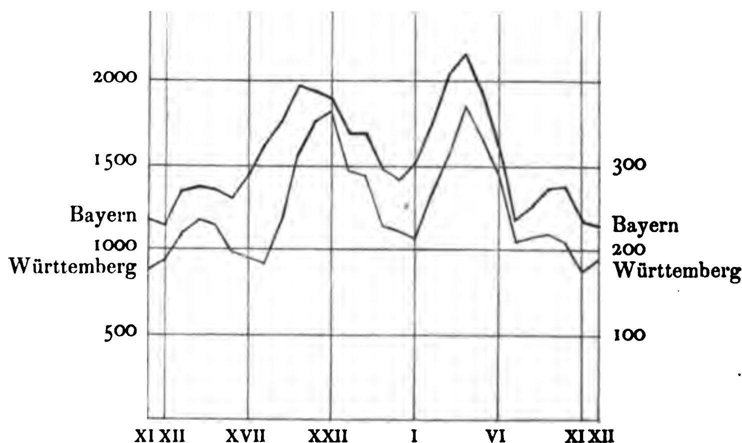
Es genügt, einen Blick auf die im Druck hervorgehobenen Zahlen zu werfen, sowie auf die Zeichenfolgen in den Ergänzungscolumnen zu a', b' und c', um sich davon zu überzeugen, dass sich das Vorhandensein einer Periode von der angegebenen Länge nicht in Abrede stellen lässt.

Am Anfange und am Ende der mit einer willkürlichen, nur durch den zufällig gewählten Ausgangspunkt der Untersuchung bedingten Phase beginnenden Periode erscheinen Maximalwerthe, die durch eine lange, beinahe ununterbrochene Reihe von unterhalb des Mittels gelegenen Werthen getrennt sind.

Dabei zeigen nicht nur die aus Bayern und Württemberg gewonnenen Reihen ganz analoges Verhalten trotz der grossen Verschiedenheit in dem Umfange des zur Verfügung stehenden Beobachtungsmateriales, sondern auch die beiden Gruppen von 50 und 62, beziehungsweise 36 und 62 Rotationen — Württemberg — lassen ein solches unzweideutig erkennen.

Ja sogar bei der Benutzung von Gruppen, die noch kürzere Zeiträume umfassen, tritt der gleiche Charakter schon deutlich hervor.

Bei der eigentlichen Bearbeitung des Gegenstandes habe ich solche Gruppen gebildet, von der Wiedergabe derselben aber hier abgesehen, um den Umfang der Tabellen zu beschränken.



Leichter als aus den Zahlen lässt sich das gewonnene Resultat aus der nachstehenden Figur entnehmen, in welcher die in den Columnen c' enthaltenen Werthe als Ordinaten aufgetragen sind.

Hierbei wurde jedoch mit Rücksicht auf den grossen Unterschied im Umfange des bayerischen und württembergischen Materiales ein anderer Maassstab benutzt, wie es die Zahlen zur Rechten und zur Linken der Figur kenntlich machen.

Hiebei beziehen sich die grösseren, links stehenden auf Bayern, die kleineren an der rechten Seite auf Württemberg.

Die unten beigeschriebenen römischen Ziffern sind die Ordnungszahlen der Tage der Periode. Wenn hierbei nicht mit I, sondern mit XII begonnen wurde, so geschah es, weil dieser Tag einen naturgemässeren Anfang zu bilden scheint.

Die Curve erscheint bei Wahl dieses Ausgangspunktes symmetrischer und stellen sich die beiden Maxima gewissermaassen als zwei Theile eines durch ein secundäres Minimum unterbrochenen Hauptmaximums dar.

Freilich ist die Curve weit entfernt davon, eine Sinuslinie zu sein. Eine solche kann man aber auch, wie schon oben auseinandergesetzt, gar nicht erwarten.

Zunächst scheint es mir wichtig, das Vorhandensein einer solchen Periodicität überhaupt nachgewiesen zu haben, ein Eingehen auf die Einzelheiten, oder gar ein Ergehen in Hypothesen dürfte im gegenwärtigen Augenblicke mindestens als verfrüht zu bezeichnen sein.

Ausgegeben am 26. Juli.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.
XXXVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

26. Juli. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Munk las: Weitere Untersuchungen über die Schilddrüse. Die Mittheilung erscheint in einem spätern Bericht.

2. Hr. von Helmholtz legte eine Arbeit der HH. Prof. H. Kayser und Prof. C. Runge in Hannover vor: über die Spectren der Elemente, welche in den Abhandlungen erscheinen wird.

Derselbe legte ferner folgende sämmtlich unten abgedruckte Mittheilungen vor:

3. von HH. Dr. A. König und Dr. E. Brodhun hierselbst experimentelle Untersuchungen über die psychophysische Fundamentalformel in Bezug auf den Gesichtssinn,

4. von Hrn. Prof. H. F. Weber in Zürich Untersuchungen über die Strahlung fester Körper, und

5. von Hrn. Prof. F. Braun in Tübingen eine zweite Mittheilung über Deformationsströme, insbesondere die Frage, ob dieselben aus magnetischen Eigenschaften erklärbar sind.

6. Hr. Waldeyer legte die gleichfalls hier folgende Mittheilung des Hrn. Dr. H. Virchow hierselbst vor: Über die physikalisch

zu erklärenden Erscheinungen, welche am Dotter des Hühnereies bei der mikroskopischen Untersuchung sichtbar werden.

Das ordentliche Mitglied der Akademie Hr. Bonitz ist am 25. Juli, und das correspondirende Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hr. Clausius in Bonn am 24. August verstorben.

Experimentelle Untersuchungen über die psychophysische Fundamentalformel in Bezug auf den Gesichtssinn.

Von Dr. Arthur König und Dr. Eugen Brodhun
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz.)

§. 1. Einleitung.

Fechner's Bedeutung für die von ihm »Psychophysik« benannte Wissenschaft von dem Zusammenhang und den Beziehungen zwischen Körper und Seele beruht im Wesentlichen darauf, dass er die Differentialgleichung des »Weber'schen Gesetzes« integrirte und dadurch die Intensität der Empfindungen aus der physikalisch messbaren Stärke der Reize ableitete.

Bezeichnet man mit e die Stärke der Empfindung, also mit ∂e den Empfindungszuwachs, mit r bez. ∂r den Reiz bez. den Reizzuwachs und endlich mit r_0 die der Eigenerregung des Nerven entsprechende innere Reizstärke, so lautet die von Fechner für alle Sinnesempfindungen verallgemeinerte Fundamentalformel

$$\partial e = K \cdot \frac{\partial r}{r + r_0},$$

worin K eine Constante bezeichnet. Hieraus ergibt sich durch Integration

$$e = K \cdot \lg(r + r_0) + \text{Const.}$$

Die Voraussetzungen, welche hierbei gemacht worden, waren:

1. die Verallgemeinerung der Differentialgleichung, welche von E. H. Weber nur für den Drucksinn und die Schätzung von Linienlängen aufgestellt worden war, auf alle Sinnesempfindungen;

2. die Annahme, dass die eben merklichen Empfindungsunterschiede, unabhängig von der Stärke der Empfindung, stets dieselbe Grösse besitzen. Diese eben merklichen Empfindungsunterschiede, die Unterschiedsschwellen, bilden die Maasseinheit für die Empfindungsstärken.

Von diesen beiden hypothetischen Voraussetzungen des psychophysischen Grundgesetzes von Fechner soll in dem Nachfolgenden

die erste und zwar hinsichtlich ihrer Berechtigung für den Gesichtssinn einer experimentellen Prüfung unterzogen werden.

Hr. H. von Helmholtz[1] hat aus der bei hohen Lichtintensitäten mangelnden Übereinstimmung des Fechner'schen Integralwerthes mit der Erfahrung geschlossen, dass für die Lichtempfindung die Weber'sche Differentialgleichung unrichtig sei und dann eine Differentialgleichung

$$\partial e = \frac{a \cdot \partial r}{(b+r)(r+r_0)},$$

worin a und b zwei Constanten bezeichnen, aufgestellt, deren Integration besser mit der Erfahrung in Einklang steht.

Die Aufgabe, welche wir uns stellten, bestand in einer experimentellen Prüfung der Differentialgleichung selbst, d. h. in einer experimentellen Bestimmung der Unterschiedsschwellen bei wechselnden Intensitäten und zwar von den niedrigsten eben wahrnehmbaren Helligkeiten bis herauf zu solchen Helligkeiten, bei denen in dem Auge bereits schmerzhafte Blendungserscheinungen auftreten. Die Untersuchungen geschahen mit sechs verschiedenen homogenen Spectralfarben. Es wurden hierzu gewählt die Wellenlängen 670 $\mu\mu$, 575 $\mu\mu$, 505 $\mu\mu$, 470 $\mu\mu$ und 430 $\mu\mu$, weil diese den Grundfarben in unseren beiden Farbensystemen jedenfalls sehr nahe kommen. Um möglichst hohe Intensitäten benutzen zu können, wurde auch noch Licht der Wellenlänge 605 $\mu\mu$ hinzugenommen, da hier das Maximum der Intensität im benutzten Spectrum lag. Der Eine von uns (K.) besitzt ein normales trichromatisches Farbensystem, der Andere (B.) gehört der ersten Gruppe der dichromatischen Farbensysteme an, er ist nach der gewöhnlich benutzten Nomenclatur als grünblind zu bezeichnen.[2]

Nach den Untersuchungen, welche einer von uns[3] über Helligkeitsvergleichung verschiedener Spectralfarben an unseren beiden Farbensystemen angestellt hat, war es jetzt auch möglich, auf die verschiedenen Stellen im Spectrum, an denen die Prüfung der psychophysischen Fundamentalformel vorgenommen werden sollte, ein einheitliches Maass für die Helligkeit anzuwenden und damit zugleich die Frage zu beantworten, ob der Farbe allein ein Einfluss zukommt oder nicht.

Im unmittelbaren Anschluss an diese Bestimmung der Unterschiedsschwellen wurde auch die Grösse der unteren Reizschwelle für dieselben Spectralfarben gemessen.

---

[1] H. Helmholtz, Handbuch der physiol. Optik. I. Aufl. Leipzig 1867. §. 21. S. 315 u. 316.

[2] A. König und C. Dieterici, Sitzungsberichte der Berliner Akademie 1886. S. 805.

[3] E. Brodhun. Beiträge zur Farbenlehre, Inauguraldissertation. Berlin 1887.

§. 2. Beobachtungsmethode für die Unterschiedsschwellen

Als Lichtquelle diente entweder ein sog. Triplex-Gasbrenner oder für die grösseren Intensitäten ein Linnemann'sches Zirconlicht.

Ein bilateraler Spalt S_1, dessen Breite durch eine Mikrometerschraube bestimmt werden konnte, stand im Brennpunkte einer Linse L_1 von 10^{cm} Durchmesser. Das somit fast parallel gemachte Strahlenbündel wurde in einem mit zimmtsaurem Äthylaether gefüllten Flüssigkeitsprisma P von entsprechender Grösse dispergirt und dann durch die achromatische Objectivlinse L_2 eines grossen astronomischen Fernrohrs zu einem Spectrum wieder vereinigt, welches von der Lithiumlinie ($670\,\mu\mu$) bis zur G-Linie ($430\,\mu\mu$) eine Ausdehnung von ungefähr 20^{cm} hatte. In der Ebene dieses Spectrums war ein rechteckiger Spalt S_2 von etwa 5^{mm} Breite und 7^{mm} Höhe aufgestellt, und hinter diesem ein Doppelspath, dessen Hauptschnitt vertical und zwar senkrecht zu jener Spaltebene stand. Durch diesen Doppelspath hindurch wurde nun der Spalt S_2 vermittelst eines kurzen astronomischen Fernrohrs betrachtet, in dessen Ocular O ein Nicol'sches Prisma N_2 eingesetzt war. In Folge der geringen Breite des Spaltes im Vergleich zu der ganzen Ausdehnung des Spectrums war selbst in denjenigen Theilen des Spectrums, wo der Farbenton am schnellsten wechselt, keine Farbendifferenz seiner beiden Ränder wahrzunehmen. Die Einstellung auf die sechs benutzten Wellenlängen geschah, indem an einer Scale die Lage der hauptsächlichsten Fraunhofer'schen Linien des Spectrums bestimmt wurde und man dann den Spalt S_2 (nebst den mit ihm fest verbundenen Oculartheilen des Apparates) an den durch Interpolation bestimmten entsprechenden Scalentheil stellte. Die Spalthöhe von S_2 war der Grösse des Doppelspathes so angepasst worden, dass die beiden durch den letzteren erzeugten Bilder gegen einander um die halbe Spalthöhe verschoben waren, man also drei Rechtecke von gleicher Grösse vertical übereinander sah. Das untere wurde aber durch ein geeignetes Ocular-Diaphragma abgeblendet. Jedes dieser Rechtecke hatte eine scheinbare Höhe von ungefähr 3° und eine scheinbare Breite von $4^1/_3{}^\circ$. Stand der Hauptschnitt des Ocularnicols N_2 parallel dem Hauptschnitte des Doppelspathes, so erschienen beide Rechtecke gleich hell, bei einer Drehung des Nicols um 90° war hingegen das obere Rechteck gänzlich ausgelöscht, während das untere, durch Übereinanderlagerung entstandene, seine Intensität unverändert beibehalten hat. Es setzt dieses freilich voraus, dass das den Spalt S_2 erleuchtende Spectrallicht unpolarisirt oder in einer Ebene polarisirt ist, welche mit dem Hauptschnitt des Doppelspathes einen Winkel von 45° bildet. Da das erstere nun in Folge der Reflexion an den

Flächen des Flüssigkeitsprismas P nicht der Fall, so wurde unmittelbar vor den rechteckigen Spalt S_2 nach der Linse L_2 hin ein anderes Nicol'sches Prisma N_1 eingeschaltet, dessen Polarisationsebene die erforderliche Neigung hatte. Man konnte nun durch Drehen des Ocular-Nicols N_2 das obere Rechteck von der constant bleibenden Intensität des unteren Rechteckes bis zum Verschwinden in messbarer Weise verdunkeln, während die Grenze beider Felder nicht durch irgend eine Trennungslinie gebildet war. Eine Einstellung zur Bestimmung der Unterschiedsschwelle bestand darin, dass man das obere Rechteck eben merklich gegen das untere verdunkelte. Bezeichnen wir dann die Intensität des bei dieser Einstellung constant bleibenden unteren Rechteckes mit J, den Winkel, den die Polarisationsebene des Ocular-Nicols N_2 gegen den Hauptschnitt des Doppelspathes bildet, mit α, so haben wir die Relationen:

$$r + \partial r = J$$
$$r = J \cdot \cos \alpha^2$$

woraus folgt

$$\partial r = J \cdot \sin \alpha^2$$

$$\text{und} \quad \frac{\partial r}{r} = tg\, \alpha^2 .$$

Wir brauchen also nur den Winkel α und die Intensität J zu kennen.

Der erstere wurde an einem Theilkreise für jede Unterschiedsschwelle zehnmal abgelesen und hieraus das Mittel genommen. Um den Beobachter möglichst von äusseren Einflüssen zu befreien, sass er in einem durch schwarze Tücher völlig abgegrenzten und verdunkelten Raum, in den nur das Ocularende des Apparates hineinragte, und er erfuhr während des Verlaufs einer Beobachtungsreihe nicht das Resultat der von einem Gehülfen gemachten Ablesungen.

Als Einheit der Intensität J wurde die Helligkeit festgesetzt, mit welcher einem durch ein Diaphragma von 1^{qmm} blickenden Auge eine mit Magnesiumoxyd überzogene Fläche erscheint[1], die in einem Abstand von 1^{m} durch eine ihr parallel stehende $0^{qcm}1$ grosse Fläche von schmelzendem Platin senkrecht bestrahlt wird. Die directe experimentelle Vergleichung geschah, indem bei der Wellenlänge 605 $\mu\mu$ die Spaltbreite bestimmt wurde, welche zur Herstellung einer etwa 200 solcher Einheiten enthaltenden Helligkeit auf der durch das erwähnte kleine astronomische Fernrohr betrachteten Fläche des unteren Rechteckes erforderlich ist. Diese ziemlich hohe Helligkeit wurde gewählt, damit hierbei das später ausführlicher erwähnte Purkinje'sche Phae-

[1] Vergl. A. König, Gräfe's Archiv Bd. 30 (2) S. 162 1884 und Wied. Ann. Bd. 22. S. 572. 1884.

nomen keine Fehlerquelle mehr bilden konnte. Die geringe Abweichung (nur etwa 2‰) des Mittelwerthes der von uns beiden gemachten Bestimmungen war zwar zum grössten Theile ein glücklicher Zufall, gewährt aber doch die Gewissheit für die Berechtigung solcher Helligkeitsschätzungen verschieden gefärbter Felder. Die oben erwähnten Helligkeitsbestimmungen, welche der Eine von uns für unsere beiden Farbensysteme in dem Interferenzspectrum desselben auch hier benutzten Gasbrenners gemacht hat, ermöglichten mit Benutzung der von uns experimentell ermittelten Dispersionsverhältnisse in unserem Flüssigkeitsprisma eine Berechnung der zur Herstellung derselben Helligkeitseinheit an den übrigen in Betracht kommenden Spectralregionen erforderlichen Spaltbreiten.

Die Reihenfolge der Intensitäten J, welche bei jeder Spectralfarbe hergestellt wurde, war nach aufwärts 1, 2, 5, 10, 20 u. s. w., nach abwärts 0.5, 0.2, 0.1, 0.05 u. s. w., wobei um immer eine möglichst gleiche Reinheit des Spectrums zu haben und von der Ungenauigkeit der Mikrometerschraube des Spaltes S_1 thunlichst unabhängig zu sein, Rauchgläser von genau bestimmten Absorptionscoefficienten zwischen dem Spalte S_1 und der Linse L_1 eingeschaltet wurden und der Spalt S_1 nur soviel geändert wurde, als zur genauen Herstellung der genannten Stufenfolge der Intensitäten erforderlich war.

Bei der höchsten durch den Gasbrenner erreichbaren Intensität wurde dann ein kleines schmales an dem Spalte S_2 angebrachtes totalreflectirendes Prisma mit Spectrallicht derselben Wellenlänge, welches durch ein anderes seitwärts aufgestelltes Prisma erzeugt war, so hell erleuchtet, dass seine ebenfalls durch dasselbe Ocular betrachtete Fläche mit dem eigentlichen Beobachtungsfelde gleich hell erschien. Dann wurde der Gas-Triplexbrenner durch das Zirconlicht ersetzt und dieses zunächst durch Absorptionsgläser und Änderung des Spaltes S_1 so abgeschwächt, dass das Beobachtungsfeld wieder gleich dem inzwischen constant erhaltenen Vergleichsfelde war. Durch Wegnahme der Absorptionsgläser u. s. w. wurden dann die höheren Werthe von J hergestellt.

§. 3. Die Werthe der Unterschiedsschwellen.

Die nachfolgenden Tabellen enthalten die von uns beiden bei der Bestimmung der Unterschiedsschwellen in den benutzten sechs Spectralregionen erlangten Resultate. Die Überschrift gibt die Wellenlänge und den Beobachter an. Die besonderen Überschriften der einzelnen Colonnen benutzen die in §. 1 eingeführten Bezeichnungen.

Die oberen Grenzen der Beobachtungsreihen sind gegeben durch die höchst mögliche Leistung des Zirconlichtes; die unteren Grenzen schliessen unmittelbar an die im folgenden Paragraphen zu besprechenden unteren Reizschwellen an.

670 $\mu\mu$

K.

$J = r + \partial r$	α	$r = J\cos\alpha^2$	$\partial r = J\sin\alpha^2$	$\frac{\partial r}{r} = \mathrm{tg}\,\alpha^2$
50000	8°20′	48950	1050	0.0215
20000	7 16	19680	320	0.0163
10000	7 10	9844	156	0.0158
5000	7 38	4912	88	0.0180
2000	7 24	1967	33	0.0169
1000	7 29	983	16.9	0.0172
500	8 10	490	10.1	0.0206
200	8 31	196	4.40	0.0224
100	9 50	97.1	2.92	0.0300
50	11 11	48.1	1.88	0.0391
20	12 10	19.1	0.89	0.0465
10	14 50	9.35	0.655	0.0701
5	17 38	4.54	0.459	0.101
2	24 27	1.66	0.343	0.207
1	30 31	0.742	0.258	0.347
0.5	37 50	0.312	0.188	0.603

B.

$J = r + \partial r$	α	$r = J\cos\alpha^2$	$\partial r = J\sin\alpha^2$	$\frac{\partial r}{r} = \mathrm{tg}\,\alpha^2$
50000	8°33′	48895	1105	0.0226
20000	7 47	19634	367	0.0187
10000	7 19	9838	162	0.0165
5000	7 2	4925	74.9	0.0152
2000	7 25	1967	33.3	0.0169
1000	7 41	982	17.9	0.0182
500	8 22	489	10.6	0.0216
200	8 38	195	4.51	0.0230
100	9 21	97.4	2.64	0.0271
50	10 26	48.4	1.64	0.0339
20	11 44	19.2	0.827	0.0431
10	13 23	9.46	0.536	0.0566
5	16 41	4.59	0.412	0.0898
2	23 27	1.68	0.317	0.188
1	32 20	0.714	0.286	0.401
0.5	41 41	0.279	0.221	0.793

605 $\mu\mu$

K.

$J = r + \partial r$	α	$r = J\cos\alpha^2$	$\partial r = J\sin\alpha^2$	$\frac{\partial r}{r} = \mathrm{tg}\,\alpha^2$
200000	11°55′	191500	8500	0.0445
100000	8 56	97590	2410	0.0247
50000	8 6	48900	1100	0.0203
20000	7 46	19635	365	0.0186
10000	7 21	9836	163	0.0166
5000	7 14	4921	79	0.0161
2000	7 43	1964	36	0.0184
1000	8 5	980	19.8	0.0202
500	8 25	489	10.7	0.0219
200	8 39	195	4.5	0.0231
100	9 36	97.2	2.78	0.0286
50	11 12	48.1	1.89	0.0392
20	12 25	19.1	0.92	0.0485
10	14 18	9.39	0.610	0.0650
5	18 44	4.48	0.516	0.115
2	23 23	1.68	0.315	0.187
1	27 25	0.788	0.212	0.269
0.5	31 45	0.362	0.138	0.383
0.2	35 13	0.133	0.0665	0.498

B.

$J = r + \partial r$	α	$r = J\cos\alpha^2$	$\partial r = J\sin\alpha^2$	$\frac{\partial r}{r} = \mathrm{tg}\,\alpha^2$
200000	13°10′	189620	10377	0.0547
100000	10 30	96680	3321	0.0343
50000	7 50	49070	929	0.0189
20000	7 0	19703	297	0.0151
10000	7 2	9850	150	0.0152
5000	6 49	4918	70.4	0.0143
2000	7 12	1969	31.4	0.0160
1000	7 28	983	16.9	0.0172
500	7 43	491	9.01	0.0184
200	8 38	195	4.51	0.0230
100	8 47	97.7	2.33	0.0239
50	9 26	48.7	1.34	0.0276
20	10 34	19.3	0.673	0.0348
10	13 4	9.49	0.511	0.0539
5	16 11	4.61	0.388	0.0842
2	24 17	1.66	0.338	0.204
1	27 38	0.785	0.215	0.274
0.5	29 13	0.381	0.129	0.313
0.2	32 13	0.143	0.0568	0.397
0.1	37 47	0.0625	0.0375	0.601

575 μμ

K.

$J = r + \partial r$	α	$r = J \cos \alpha^2$	$\partial r = J \sin \alpha^2$	$\frac{\partial r}{r} = \mathrm{tg}\, \alpha^2$
100000	10° 23′	96750	3250	0.0336
50000	9 16	48700	1300	0.0266
20000	8 14	19590	410	0.0209
10000	7 41	9821	179	0.0182
5000	7 25	4917	83.0	0.0169
2000	7 41	1964	36.0	0.0182
1000	7 49	981	18.5	0.0188
500	8 9	491	9.00	0.0205
200	8 40	195	4.50	0.0232
100	9 27	97.3	2.69	0.0277
50	10 19	48.4	1.61	0.0331
20	11 19	19.2	0.770	0.0400
10	13 58	9.42	0.582	0.0618
5	17 20	4.56	0.444	0.0974
2	21 41	1.73	0.273	0.158
1	24 20	0.830	0.170	0.204
0.5	27 12	0.395	0.104	0.264
0.2	31 8	0.146	0.0535	0.365
0.1	39 0	0.0604	0.0396	0.656

B.

$J = r + \partial r$	α	$r = J \cos \alpha^2$	$\partial r = J \sin \alpha^2$	$\frac{\partial r}{r} = \mathrm{tg}\, \alpha^2$
100000	11° 22′	96120	3884	0.0404
50000	8 35	48885	1114	0.0228
20000	7 29	19706	339	0.0172
10000	7 25	9833	167	0.0169
5000	7 19	4919	81.1	0.0165
2000	7 15	1968	31.9	0.0162
1000	6 42	986	13.6	0.0138
500	7 22	492	8.22	0.0167
200	7 35	196	3.48	0.0177
100	8 33	97.8	2.21	0.0226
50	8 31	48.9	1.10	0.0224
20	9 59	19.4	0.601	0.0310
10	11 12	9.62	0.377	0.0392
5	15 35	4.64	0.353	0.0778
2	22 44	1.70	0.299	0.176
1	24 53	0.823	0.177	0.215
0.5	28 44	0.384	0.116	0.301
0.2	30 0	0.150	0.0500	0.333
0.1	36 36	0.0644	0.0355	0.551

505 μμ

K.

$J = r + \partial r$	α	$r = J \cos \alpha^2$	$\partial r = J \sin \alpha^2$	$\frac{\partial r}{r} = \mathrm{tg}\, \alpha^2$
20000	7° 59′	19610	390	0.0197
10000	7 44	9819	181	0.0184
5000	7 17	4920	80.0	0.0163
2000	7 37	1965	35.0	0.0179
1000	7 48	982	18.4	0.0188
500	8 0	490	9.70	0.0197
200	8 29	196	4.40	0.0222
100	8 59	97.6	2.44	0.0250
50	9 8	48.7	1.26	0.0258
20	9 55	19.4	0.59	0.0306
10	10 58	9.64	0.362	0.0375
5	12 46	4.76	0.244	0.0513
2	14 50	1.87	0.131	0.0701
1	16 28	0.920	0.0804	0.0874
0.5	17 33	0.454	0.0455	0.100
0.2	19 23	0.178	0.0220	0.124
0.1	21 26	0.0866	0.0133	0.154
0.05	25 21	0.0408	0.00917	0.224
0.02	30 5	0.0150	0.00503	0.336
0.01	31 23	0.00729	0.00271	0.372
0.005	34 34	0.00339	0.00161	0.475

B.

$J = r + \partial r$	α	$r = J \cos \alpha^2$	$\partial r = J \sin \alpha^2$	$\frac{\partial r}{r} = \mathrm{tg}\, \alpha^2$
20000	7° 17′	19678	322	0.0163
10000	6 52	9857	143	0.0145
5000	7 4	4924	75.5	0.0154
2000	7 2	1970	30.0	0.0152
1000	7 7	985	15.3	0.0156
500	7 0	493	8.42	0.0151
200	7 46	196	3.65	0.0186
100	7 57	98.1	1.91	0.0195
50	8 34	48.9	1.11	0.0227
20	8 45	19.5	0.462	0.0232
10	10 21	9.68	0.323	0.0333
5	11 40	4.80	0.204	0.0426
2	13 22	1.89	0.107	0.0565
1	17 1	0.914	0.086	0.0937
0.5	19 29	0.444	0.0556	0.125
0.2	21 32	0.173	0.0269	0.156
0.1	23 38	0.0839	0.0161	0.191
0.05	25 4	0.0410	0.00897	0.219
0.02	25 25	0.0163	0.00368	0.226
0.01	26 58	0.00794	0.00206	0.259
0.005	31 4	0.00367	0.00133	0.363

470 μμ

K.

$J = r + \partial r$	α	$r = J \cos \alpha^2$	$\partial r = J \sin \alpha^2$	$\frac{\partial r}{r} = \operatorname{tg} \alpha^2$
2000	7° 41′	1964	36.0	0.0182
1000	7 25	983	16.7	0.0169
500	7 47	491	9.20	0.0187
200	8 28	196	4.30	0.0221
100	8 38	97.7	2.25	0.0230
50	9 7	48.7	1.25	0.0257
20	10 16	19.4	0.64	0.0328
10	11 7	9.63	0.372	0.0386
5	12 26	4.77	0.232	0.0486
2	15 30	1.86	0.143	0.0769
1	17 16	0.912	0.0881	0.0966
0.5	18 3	0.452	0.0480	0.106
0.2	20 53	0.175	0.0254	0.146
0.1	21 47	0.0862	0.0138	0.160
0.05	23 59	0.0417	0.00826	0.198
0.02	27 12	0.0158	0.00418	0.264
0.01	32 33	0.00710	0.00189	0.407
0.005	33 14	0.00350	0.00150	0.429

B.

$J = r + \partial r$	α	$r = J \cos \alpha^2$	$\partial r = J \sin \alpha^2$	$\frac{\partial r}{r} = \operatorname{tg} \alpha^2$
2000	6° 50′	1972	28.4	0.0144
1000	6 40	986	13.5	0.0137
500	7 23	492	8.25	0.0168
200	7 52	196	3.75	0.0191
100	8 7	98.0	1.99	0.0203
50	9 19	48.7	1.31	0.0269
20	10 15	19.4	0.734	0.0327
10	11 17	9.62	0.383	0.0398
5	11 49	4.79	0.209	0.0438
2	12 40	1.90	0.0962	0.0505
1	14 49	0.935	0.0654	0.0700
0.5	16 28	0.460	0.0402	0.0874
0.2	19 42	0.177	0.0227	0.128
0.1	21 7	0.0870	0.0130	0.149
0.05	23 36	0.0420	0.00801	0.191
0.02	25 41	0.0162	0.00376	0.231
0.01	28 53	0.00767	0.00233	0.304
0.005	32 4	0.00359	0.00141	0.392

430 μμ

K.

$J = r + \partial r$	α	$r = J \cos \alpha^2$	$\partial r = J \sin \alpha^2$	$\frac{\partial r}{r} = \operatorname{tg} \alpha^2$
1000	7° 40′	982	17.8	0.0181
500	8 24	489	10.7	0.0218
200	8 58	195	4.90	0.0249
100	9 2	97.5	2.46	0.0253
50	9 29	48.6	1.36	0.0279
20	10 41	19.3	0.690	0.0356
10	11 29	9.60	0.396	0.0413
5	12 50	4.75	0.247	0.0519
2	14 10	1.88	0.120	0.0637
1	15 47	0.926	0.0740	0.0799
0.5	18 6	0.452	0.0483	0.107
0.2	19 58	0.177	0.0233	0.126
0.1	21 45	0.0863	0.0137	0.159
0.05	24 37	0.0423	0.00771	0.210
0.02	28 13	0.0155	0.00447	0.288
0.01	29 56	0.00751	0.00249	0.331
0.005	33 58	0.00344	0.00156	0.454
0.002	37 27	0.00126	0.000739	0.587

B.

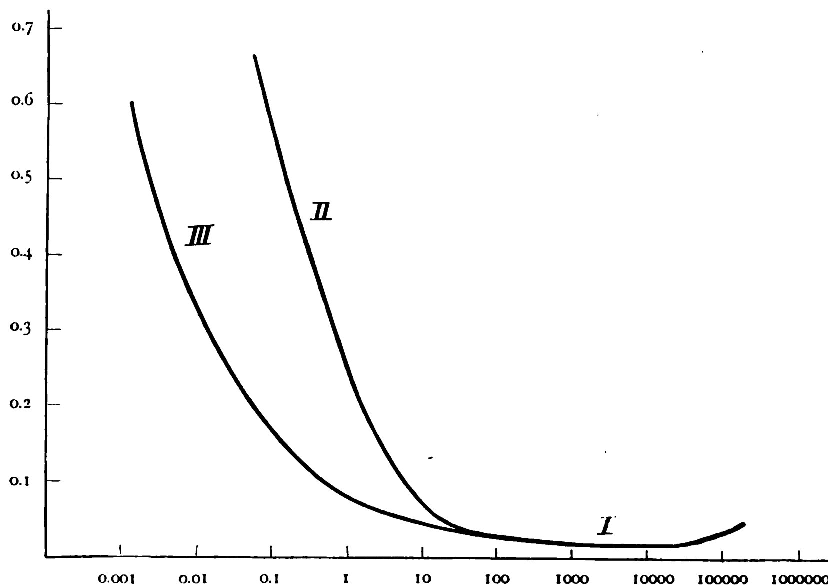
$J = r + \partial r$	α	$r = J \cos \alpha^2$	$\partial r = J \sin \alpha^2$	$\frac{\partial r}{r} = \operatorname{tg} \alpha^2$
2000	7° 14′	1968	31.8	0.0161
1000	7 54	981	18.9	0.0192
500	8 16	490	10.3	0.0211
200	8 52	195	4.75	0.0243
100	9 18	97.4	2.61	0.0268
50	10 32	48.3	1.67	0.0346
20	11 23	19.2	0.780	0.0405
10	11 59	9.57	0.431	0.0450
5	13 5	4.74	0.256	0.0540
2	14 41	1.87	0.128	0.0687
1	16 25	0.920	0.0799	0.0868
0.5	17 34	0.454	0.0455	0.100
0.2	20 18	0.176	0.0241	0.137
0.1	22 3	0.0859	0.0141	0.164
0.05	24 10	0.0416	0.00838	0.201
0.02	26 25	0.0160	0.00396	0.247
0.01	27 8	0.00792	0.00208	0.263
0.005	30 34	0.00371	0.00129	0.349

Aus diesen Tabellen ergibt sich:

1. bei derselben Wellenlänge sind die zwischen uns beiden bestehenden Unterschiede so unbedeutend und im allgemeinen so unregelmässig vertheilt, dass sie nur als Beobachtungsfehler und rein individuelle Abweichungen, nicht aber als Folge der Verschiedenheit unserer Farbensysteme anzusehen sind;

2. von den höchsten Intensitäten bis zur Intensität etwa 100 (bei K.) und etwa 20 (bei B.) ist die Wellenlänge ohne Einfluss auf die Grösse der Unterschiedsschwelle, die letztere ist also ausschliesslich eine Function der Helligkeit.

Fig. 1.



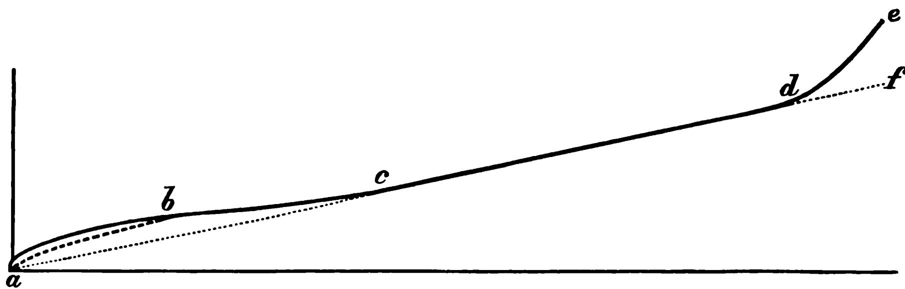
In der vorstehenden Fig. 1 sind als Abscissen die Werthe von r im Maassstabe ihrer Logarithmen, hingegen die Werthe des Quotienten $\partial r : r$ selbst als Ordinaten schematisch eingetragen. Der Curvenzweig I entspricht den hier besprochenen hohen Intensitäten. Zwischen den Intensitäten 2000 und 20000 läuft die Curve horizontal d. h. $\partial r : r$ hat einen constanten Werth. Nach beiden Seiten hin findet dann eine Zunahme statt.

3. Hinsichtlich der niedrigeren Intensitäten zerfallen die sechs untersuchten Spectralregionen in zwei Gruppen, deren eine die Wellenlängen 670 $\mu\mu$, 605 $\mu\mu$ und 575 $\mu\mu$, die andere die Wellenlängen 505 $\mu\mu$, 470 $\mu\mu$ und 430 $\mu\mu$ enthält. Die Werthe von $\partial r : r$ sind für die erste Gruppe in dem Curvenzweig II, für die zweite in dem

Curvenzweig III eingetragen. Die Curven steigen ständig mit abnehmendem Werthe von J (bez. r) und zwar ist die Zunahme von $\partial r : r$ bei der ersten Gruppe (II) viel stärker als bei der zweiten Gruppe (III).

Die folgende Fig. 2 enthält dieselben Resultate in einer anderen graphischen Darstellung, der aber der Anschaulichkeit halber kein einheitlicher Maassstab zu Grunde gelegt worden ist. Als Abscissen haben wir die Werthe von r, als Ordinaten die Werthe von ∂r.

Fig. 2.



Die beiden (ausgezogenen bez. stark gestrichelten) Curven *ab* entsprechen den Unterschiedsschwellen für die beiden genannten Gruppen der Spectralfarben (die ausgezogene für die langwelligen, die stark gestrichelte für die kurzwelligen). Der Punkt *b* entspricht der Intensität 20—200. Die Curve *bcde* gibt die für alle Spectralfarben gleichen Unterschiedsschwellen. Der Punkt *c* entspricht ungefähr der Intensität 2000 und *d* der Intensität 20000. Wäre der Quotient $\partial r : r$ eine Constante, so würde an Stelle der Curve die Grade *fa* treten, mit der aber die hier erhaltene Curve nur auf der Strecke *cd* zusammenfällt.

§. 4. Die unteren Reizschwellen.

Diese Bestimmungen geschahen ebenfalls mit dem in §. 2 beschriebenen Apparate. Es war hier die Polarisationsebene des Nicol'schen Prismas N_1 parallel dem Hauptschnitt des Doppelspaltes gestellt und die obere Hälfte des Spaltes S_2 abgeblendet. Der Beobachter sah dann nur ein einziges jener Rechtecke, dessen Intensität er durch Drehen des Nicol'schen Prismas N_2 von Null bis auf $J \cdot c$ variiren konnte, wo c einen Correctionsfactor bedeutet, der von der theilweisen Polarisation des aus dem grossen Flüssigkeitsprisma austretenden Lichtes herrührt und auf dessen experimentelle Bestimmung hier nicht näher eingegangen werden soll.

Die untere Reizschwelle ∂r_0 ist dann, wenn wir mit α den Winkel bezeichnen, um den wir das Nicol'sche Prisma N_2 von der völligen (objectiven) Auslöschung des Beobachtungsfeldes bis zur eben merkbaren Aufhellung drehen müssen,

$$\partial r_0 = J \cdot c \cdot \sin \alpha^2.$$

Dass sich die Bestimmung dieser unteren Reizschwelle bei jeder untersuchten Spectralregion an die Bestimmung der Unterschiedsschwelle für die geringsten Intensitäten unmittelbar anschloss, ist oben schon erwähnt.

Die nachfolgende Tabelle enthält die in solcher Weise erlangten Resultate, ausgedrückt in unserer allgemein benutzten Intensitätseinheit.

	K.	B.
670 μμ	0.060	0.11
605 „	0.0056	0.011
575 „	0.0029	0.0055
505 „	0.00017	0.00035
470 „	0.00012	0.00013
430 „	0.00012	0.00014

Hier tritt in den Spectralregionen grösserer Wellenlänge völlig ausgesprochen eine Abnahme des Werthes für die weitere Reizschwelle mit der Abnahme der Wellenlänge ein, während bei den drei kürzeren Wellenlängen der Grössenordnung nach sich dieselben Werthe ergeben, man also diese, wie schon hinsichtlich der Unterschiedsschwellen zu einer Gruppe zusammenfassen kann.

Auffällig ist, dass die Werthe der unteren Reizschwelle für die beiden Spectralregionen kürzester Wellenlänge für uns beide so gut wie völlig übereinstimmen, während für die anderen Wellenlängen die auf das normale Farbensystem (K.) Bezug habenden regelmässig nur die Hälfte von denen betragen, welche dem dichromatischen Systeme (B.) zukommen.

§. 5. Besprechung der Versuchsergebnisse.

1. Eine allgemeine Übersicht über die Werthe der Unterschiedsschwellen ist bereits oben in Fig. 2 gegeben. Aus derselben geht mit gleichzeitiger Berücksichtigung der im §. 4 gefundenen Werthe der unteren Reizschwellen hervor, dass nur für die Strecke *cd* der Curve, also für das Intensitätsintervall 2000 — 20000 die Fechner'sche Fundamentalformel

$$\partial e = K \cdot \frac{\partial r}{r + r_0}$$

richtig ist. Wegen der Kleinheit der Werthe von ∂r_0 wäre nämlich selbst bei einer allgemeinen Gültigkeit dieser Formel r_0 so gering, dass sein Werth gegenüber r für das genannte Intensitätsintervall nicht merklich in Betracht käme. Bei den 20000 Einheiten überschreitenden Intensitäten ist ∂r grösser als es die Fechner'sche Formel verlangt. Die Werthe von ∂r müssten nach Fechner in der gradlinigen, punktirten Fortsetzung *df* liegen, während sie nach unseren Beobachtungen durch den nach oben abweichenden Theil *de* der Curve gegeben sind. Es lässt sich dieses, wie schon Hr. von Helmholtz darlegte, folgern aus der Thatsache, dass bei immer steigender Helligkeit wir endlich zu einer constant bleibenden Maximalempfindung gelangen.

Der Curvenabschnitt *bc* entspricht dem Intensitätsintervall von etwa 20 (bez. 200) bis 2000 Einheiten. Er weicht von der punktirten, gradlinigen Fortsetzung *ac* der Strecke *cd* nach oben ab, d. h. für diese niedrigeren Intensitäten ist die Unterschiedsschwelle also auch grösser, als wie sie die Fechner'sche Fundamentalformel verlangt und zwar wächst diese Abweichung mit abnehmender Intensität. Dasselbe gilt von den beiden Curven *ab*, nur haben wir hier, wie schon erwähnt, die Gruppe der langwelligen Spectralfarben von der Gruppe der kurzwelligen zu unterscheiden. Der ersteren entspricht die ausgezogene, der letzteren die gestrichelte Curve. Einer von uns[1] hat früher das von Purkinje zuerst beobachtete Phaenomen von der ungleichen Abnahme der subjectiven Helligkeit verschieden gefärbter Felder bei gleicher Herabsetzung der objectiven Intensität einer genaueren Untersuchung mit Benutzung von Spectralfarben an unseren beiden Farbensystemen unterzogen. Es ergab sich damals, dass diese Erscheinung im Wesentlichen dann hervortrat, wenn man eine der Spectralfarben aus unserer ersten langwelligen Gruppe mit einer solchen aus der zweiten, kurzwelligen verglich. Um dieselbe Abnahme des subjectiven Helligkeitseindruckes zu erzielen, musste die kurzwelligere Farbe weit stärker in ihrer objectiven Intensität verringert werden, als die langwellige. Wenn man das damals benutzte Maass für die Intensität auf das hier eingeführte reducirt, so ergibt sich aus den am angegebenen Orte veröffentlichten Tabellen, dass das Intensitätsintervall, in dem diese Erscheinung bei uns beiden damals beobachtet wurde, eine Intensität von ungefähr 15 Einheiten zur oberen Grenze hat, eine Intensität, welche sehr nahe mit derjenigen Intensität (etwa 20 Einheiten) zusammenfällt, bei der für einen von uns (B.) jene Trennung der beiden Gruppen der Spectral-

[1] E. Brodhun. Beiträge zur Farbenlehre. Inaug.-Dissert. Berlin 1887. Abschnitt I.

farben hinsichtlich der Grösse der Unterschiedsschwellen eintrat. Der Sinn der Abweichung ist auch ein solcher, dass er in Übereinstimmung steht mit dem Satze:

»bei gleicher subjectiver Helligkeit ist die relative Unterschiedsschwelle, d. h. der Quotient $\partial r : r$ von der Wellenlänge unabhängig.«

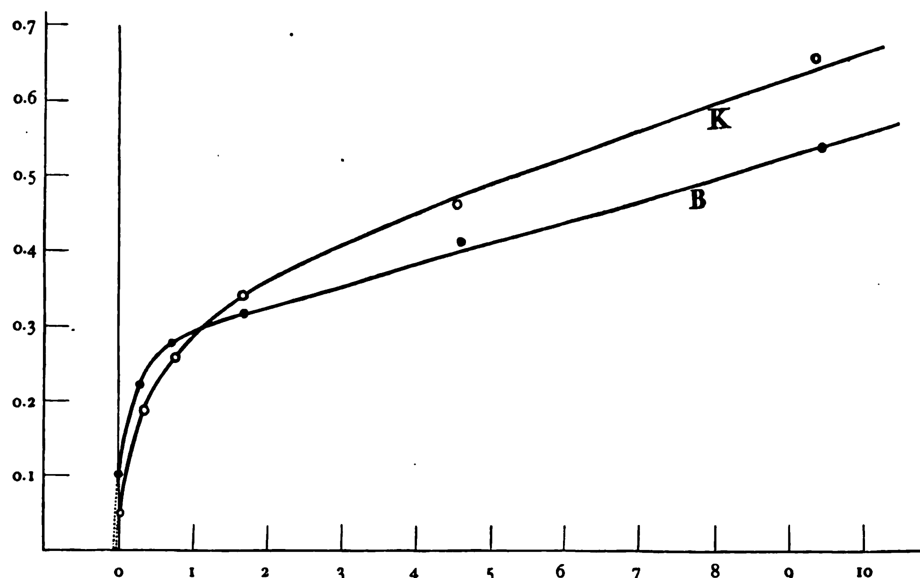
Eine bedeutende Stütze für die Richtigkeit dieses Satzes besteht ferner in der Thatsache, dass wir beide (freilich nur aus der vergleichenden Erinnerung) die kleinsten Intensitäten, bei denen wir noch die Unterschiedsschwelle bestimmt haben, in allen benutzten Spectralregionen ungefähr gleich hell schätzen, und dass sich aus den Tabellen in §. 3 eine ungefähr gleiche Grösse des Werthes von $\partial r : r$ ergibt.

In Widerspruch mit jenem Satze steht freilich erstens die Thatsache, dass bei dem andern (K.) von uns die Trennung in die beiden Gruppen schon bei der Intensität etwa 200 beginnt, anstatt bei ungefähr 20; doch ist hierbei zu erwähnen, dass bei der Intensität 20 der Unterschied von $\partial r : r$ zwischen den beiden Gruppen noch nicht so gross ist, als dass er nicht eine Folge zufälliger Störungen (körperliche Ermüdung, psychische Abspannung u. s. w. des Beobachters) sein könnte. Wichtiger ist ein zweiter Widerspruch, der darin besteht, dass zufolge den früheren directen Helligkeitsvergleichungen, die sich aber nach abwärts nur bis etwa zur Intensität 1 erstreckten, die Abweichungen in den Unterschiedsschwellen kleiner hätten sein müssen, als wir sie jetzt beobachtet haben. Leider gestattete unser Apparat es nicht jetzt gleichzeitig auch directe Helligkeitsvergleichungen vorzunehmen. So lange solche Versuche nicht gemacht sind, kann daher der oben aufgestellte Satz nicht als völlig sicher angesehen werden, doch wird man nicht umhin können ihm bereits jetzt einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit zuzusprechen.

2. Zeichnen wir (ebenso wie es in Fig. 2 in schematischer Weise für das ganze Intensitätsintervall geschehen) die Werthe von r als Abscissen und von ∂r als Ordinaten, beschränken uns aber der Übersichtlichkeit der Zeichnung halber auf die niedrigsten Intensitäten und tragen dann in dem Nullpunkt der Abscissenaxe den Werth der unteren Reizschwelle ∂r_0 als Ordinate ein, so finden wir bei allen untersuchten Spectralfarben, dass dieser letzte Punkt sich glatt in die durch die übrigen Punkte hindurchgelegte Curve einfügt. — In Fig. 3 ist eine solche Zeichnung für die Wellenlänge 670 $\mu\mu$ für uns beide ausgeführt, wobei für die Ordinaten der zehnfache Maassstab der Abscissen gewählt worden ist, weil sonst die Curven zu flach verlaufen, als dass man ihre Glätte beurtheilen könnte. — Verlängert man nun diese Curven, sich ihrem bisherigen Verlaufe möglichst anschliessend, über

die Ordinatenaxe hinaus — in Fig. 3 durch die beiden fein punktirten Linien dargestellt — so schneiden sie bald die Abscissenaxe und es kann dann die (in der Zeichnung negative) Abscisse zwischen diesem Schnittpunkt und dem Nullpunkte als eine Darstellung des inneren

Fig. 3.



Reizes, welcher das sogenannte Eigenlicht der Netzhaut verursacht, also dem Fechner'schen Werthe r_0 (vergl. die Formeln in §. 1) entspricht, angesehen werden. Es ist ∂r_0 in dieser Auffassung nichts anderes als die Unterschiedsschwelle für den Reiz r_0.

Eine Aufzeichnung der Curven mit gleichem Maassstab für die Abscissen und Ordinaten zeigt, dass dieselben alle ungefähr unter einem Winkel von 45° die Ordinatenaxe schneiden, so dass also bei glattem Ausziehen mit der Gewissheit, welche solche Extrapolationen überhaupt haben, überall ungefähr $\partial r_0 = r_0$ sich ergeben würde, d. h. die innere Erregung, welche dem Eigenlichte entspricht, ist ungefähr gleich der Erregung, welche von Aussen hinzukommen muss, damit eine von dem Eigenlichte eben merklich unterscheidbare Helligkeitsempfindung erzeugt wird.

3. Die Thatsache, dass man verschieden gefärbte Felder ziemlich genau auf ihre Helligkeit mit einander vergleichen kann, lässt es wahrscheinlich werden, dass der Begriff der Helligkeit nicht nur eine rein subjective Unterlage habe, sondern auch einer objectiven Definition fähig sei. So könnte es u. a. etwa möglich sein, dass zwei verschieden gefärbte Felder dann gleiche Helligkeit besässen, wenn

sie durch eine gleiche Anzahl eben merklicher Unterschiedsstufen von völliger objectiver Dunkelheit getrennt wären. Betrachten wir nun im Hinblick auf diese Frage unsere in Fig. 2 (S. 926) schematisch dargestellten Versuchsergebnisse und fassen die Helligkeit, welche dem Punkte *b* entspricht, (oder auch jede grössere) in's Auge, so ergibt sich, dass wir von *b* in eben merklichen Unterschiedsstufen nach abwärts schreitend bei den langwelligen Farben (der ausgezogenen Curve entsprechend) um bis zu dem Nullpunkt *a* zu gelangen, viel weniger solcher Stufen einzuschalten haben, als wenn wir dieses bei den kurzwelligen Farben (gestrichelte Curve) thun. Da nun aber in beiden Fällen die Helligkeitsdifferenz zwischen *a* und *b* dieselbe ist, so folgt daraus die Unrichtigkeit der oben erwähnten Definition gleicher Helligkeit verschiedener Farben.

An einem anderen Orte soll demnächst eine ausführlichere Darstellung der hier beschriebenen Versuche gebracht und dort auch die einschlägige Literatur berücksichtigt werden.

Untersuchungen über die Strahlung fester Körper.

Von Prof. H. F. Weber
in Zürich.

(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz.)

Erste Mittheilung.

Das Emissionsgesetz der Strahlung.

Seit den ersten genaueren Untersuchungen über die Emission der Strahlung fester Körper, welche durch Dulong zur Ausführung kamen, hat sich eine lange Reihe von Arbeiten mit der Ermittelung der Strahlungsmengen beschäftigt, welche feste Körper bei gegebenen Temperaturen aussenden. Bald war die Gesammtstrahlung, bald die homogene Strahlung irgend einer Wellenlänge der Gegenstand der Untersuchung. Die Mehrzahl der Arbeiten über die Gesammtstrahlung strebte die Aufstellung oder Begründung eines allgemeinen Gesetzes der Abhängigkeit der Intensität der Gesammtstrahlung von der Temperatur des strahlenden Körpers an, und in einigen Untersuchungen über die Variation der Stärke homogener Strahlung bei veränderter Temperatur und Wellenlänge wurde der Versuch gemacht, jene Function der Temperatur und Wellenlänge zu finden, welche die Abhängigkeit der Strahlungstärke von Temperatur und Wellenlänge darstellt.

Diese Bestrebungen führten bis jetzt zu keinem befriedigenden Ergebniss. Denn zur Zeit kann nicht behauptet werden, dass die bisher für die Abhängigkeit der Gesammtstrahlung von der Temperatur aufgestellten Formeln sich auch ausserhalb des verhältnissmässig engen Temperaturintervalles, für welches sie zunächst abgeleitet worden waren, auf beliebigen Strecken der Temperatur bewahrheitet hätten. Schon seit geraumer Zeit hat man erkannt, dass Dulong's Formel der Gesammtstrahlung für höhere Temperaturen zu ganz irrigen Ergebnissen führt, nämlich die Gesammtstrahlung viele mal grösser ausfallen lässt als sie in Wahrheit ist, und in neuester Zeit ist durch die sorgfältigen Messungen der HH. Schleiermacher und Bottomley evident geworden, dass auch der von Hrn. Stefan vorgeschlagene

Ausdruck für die Abhängigkeit der Stärke der Gesammtstrahlung von der Temperatur, welcher sich für niedere Temperaturen vorhandenen Beobachtungen gut anzuschliessen schien, für höhere Temperaturen weit von der Wahrheit abweicht, indem er viel kleinere Strahlungsmengen angibt als die Beobachtung liefert.

Mit ähnlicher Unvollkommenheit stellen die Ausdrücke, durch welche man die Stärke einer homogenen Strahlung beliebiger Wellenlänge als Function von Temperatur und Wellenlänge darzustellen versucht hat, die zur Zeit vorliegenden hierhergehörigen Thatsachen dar. Denn die von Hrn. Violle aufgestellte Formel, welche seine Beobachtungen über das von glühendem Platin ausgesandte Licht innerhalb des benutzten Temperatur- und Wellenlängenintervalles wiedergeben soll, enthält die Abhängigkeit der Stärke der ausgeschickten Strahlung von der Wellenlänge nicht in so vollständig ausgesprochener Weise, dass aus der Formel ein Ausdruck für die Intensität der Gesammtstrahlung gebildet werden kann oder allgemeine, für beliebige Substanzen und irgendwelche Temperaturen und Wellenlängen gültige Sätze daraus abgeleitet werden können. In analoger Weise unvollständig ist der in neuester Zeit von Hrn. Michelson aus theoretischen Betrachtungen abgeleitete Ausdruck für die Stärke einer homogenen Strahlung beliebiger Wellenlänge. Michelson's Formel enthält neben einer unbestimmten Temperaturfunction eine unbestimmte positive Constante p, deren Bestimmung an die Kenntniss jener unbestimmt gelassenen Temperaturfunction gebunden ist. Die von Hrn. Michelson aus Stefan's Formel für die Gesammtstrahlung abgeleitete Form dieser Temperaturfunction führt zu dem Werthe $p = 1$ und liefert nun einen bestimmten Ausdruck für die Stärke der Strahlung als Function von Temperatur und Wellenlänge:

$$I = B \cdot \frac{T^{\frac{3}{2}}}{\lambda^6} \cdot e^{-\frac{c}{T\lambda^2}}$$

Dass aber dieser Zusammenhang zwischen Strahlungsstärke, Temperatur und Wellenlänge von einer treuen Wiedergabe der Thatsachen recht weit entfernt ist, wird aus dem gesammten Inhalte dieser Mittheilung deutlich hervortreten.

Die zahlreichen Messungen, welche ich in den letzten Jahren ausführte, um allgemein gültige Zusammenhänge zwischen Lichtmenge, Grösse der strahlenden Oberfläche, Qualität der Substanz und Grösse des Energieverbrauchs für Kohlenglühlampen festzustellen und auf diese Weise zu einer bisher mangelnden physikalischen Theorie des elektrischen Glühlichts zu kommen, führten mich zu dem allgemeinen

Ergebniss, dass innerhalb eines weiten Intervalles der Temperatur des glühenden Kohlenfadens die in englischen Normalkerzen gemessene mittlere räumliche Gesammthelligkeit H zu dem in Watt ausgemessenen Arbeitsverbrauch A und zu der Grösse der strahlenden Oberfläche O in der Beziehung steht:

$$H = 0.0000380\,\frac{A^3}{O^2}$$

oder

$$H = 0.0000218\,\frac{A^3}{O^2},$$

je nachdem die strahlende Kohle zu der grauglänzenden, metallähnlichen Modification oder zu der mattschwarzen, russähnlich aussehenden Modification (Kohle der Edisonlampe und der neuesten Crutolampe) gehört, und dass die Constanten dieser Formeln sich nur um geringe Beträge vermindern, wenn die Temperatur des Fadens erheblich tiefere oder erheblich höhere Werthe annimmt.

Nach der Ableitung dieser für 23 verschiedene Typen von Kohlenglühlampen gültig befundenen Beziehungen stellte sich das Bedürfniss ein, dieses empirische Ergebniss zu begründen, d. h. aus einem aufzustellenden allgemeinen Strahlungsgesetze abzuleiten.

Bestrebungen dieser Art veranlassten mich zu genauer Einsichtnahme aller bisher über Strahlungsemission ausgeführten Arbeiten und führten mich nach und nach zu einem Ausdrucke für die Abhängigkeit der Stärke irgend einer homogenen Strahlung von Temperatur, Wellenlänge und Qualität des strahlenden festen Körpers, welcher alle zur Zeit vorhandenen, in zuverlässigen Beobachtungs- und Messungsreihen gesammelten Thatsachen über Strahlungsemission für das ganze Temperaturintervall, das uns die heutigen Hülfsmittel bei Strahlungsversuchen anwenden lassen, nämlich von der Temperatur des schmelzenden Eises bis zu der Temperatur des schmelzenden Platins, und für das ganze lange Intervall der Wellenlänge von der Wellenlänge des Violett bis zu den 30 bis 40 mal längeren Wellen, welche Hr. LANGLEY in neuester Zeit gemessen hat, mit grosser Treue in allen Einzelnheiten wiedergibt.

Aus dem Ergebniss, dass ich in allen den zahlreichen Proben auf die Zuverlässigkeit des aufgestellten Ausdruckes der Strahlungsstärke in diesen weiten Intervallen der Temperatur und der Wellenlänge nirgends auf ein Anzeichen von Zwiespalt zwischen Formel und Thatsachen gestossen bin, glaube ich den Schluss ziehen zu dürfen, dass die Annahme, es sei in diesem Zusammenhange zwischen Strahlungsstärke, Temperatur und Wellenlänge das wirkliche Natur-

gesetz der Strahlungsemission fester Körper zu sehen, nicht unstatthaft erscheint.

In dieser ersten Mittheilung erlaube ich mir den Inhalt dieses Zusammenhanges zwischen Strahlungsstärke, Temperatur und Wellenlänge vorzulegen und einige Belege für die Richtigkeit dieses Zusammenhanges in Kürze anzureihen. Die zahlreichen weiteren zur Zeit aufstellbaren Bestätigungen dieses Zusammenhanges werde ich in ausführlicher Weise an anderer Stelle besprechen. Fernere Mittheilungen werden aus dem aufgestellten Ausdrucke der Strahlungsemission ableitbare Folgerungen behandeln und die Ergebnisse neuer, durch diese Formel veranlasster experimenteller Arbeiten bringen.

I.

Bezeichnet ∂F die Grösse eines Oberflächenelements des strahlenden festen Körpers, ∂F_1 die Grösse eines beliebigen Flächenelements, auf welches ein Theil der von ∂F ausgehenden Strahlung fällt, ist r die Entfernung der Mittelpunkte dieser beiden Flächenelemente und sind w und w_1 die Winkel, welche die Normalen der Elemente ∂F und ∂F_1 mit der Verbindungslinie r einschliessen, so ist der Ausdruck für die Energiemenge, welche bei der absoluten Temperatur T des strahlenden Körpers die von ∂F ausgehende homogene Strahlung mit der Wellenlänge λ dem Flächenelemente ∂F_1 in der Zeiteinheit zuführt:

$$\partial^2 s = \frac{\partial F \cdot \partial F_1 \cdot \cos w \cdot \cos w_1}{r^2} \cdot \frac{c}{\lambda^2} \cdot e^{aT - \frac{1}{b^2 T^2 \lambda^2}} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

In diesem Ausdrucke hat e die gewöhnliche Bedeutung, a stellt eine allen festen Körpern gemeinsame Constante, nämlich den Werth 0.0043... dar, b und c hingegen sind Constanten, deren Werthe von Substanz zu Substanz variiren. Zur Unterscheidung der drei Constanten dieses Ausdrucks (1) mag a als »Temperaturcoefficient«, b als »Leuchtvermögen« und c als »Emissionsconstante« des strahlenden Körpers bezeichnet werden. Die Berechtigung der Bezeichnung »Leuchtvermögen« wird aus späteren Betrachtungen über die Eigenschaften der Constanten b deutlich hervortreten.

Die von der Strahlung mit der Wellenlänge λ von der ganzen Oberfläche F des strahlenden Körpers nach allen Richtungen in der Einheit der Zeit ausgesandte Energiemenge ist also:

$$s = c \cdot \pi \cdot F \cdot \frac{1}{\lambda^2} \cdot e^{aT - \frac{1}{b^2 T^2 \lambda^2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Diese Grösse soll als Stärke der homogenen Strahlung bezeichnet werden.

Bei jeder Temperatur sendet ein fester Körper Strahlungen aller Wellenlängen aus von $\lambda = 0$ bis $\lambda = \infty$. Die Stärke S der Gesammtstrahlung ist also:

$$\left.\begin{aligned} S = \int_0^\infty s \cdot \partial\lambda &= c \cdot b \cdot \frac{\pi\sqrt{\pi}}{2} \cdot F \cdot e^{aT} \cdot T \\ &= C \cdot F \cdot e^{aT} \cdot T \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

wenn wir $c \cdot b \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{\pi}}{2}$ mit dem kurzen Zeichen C belegen. C soll die Constante der Gesammtstrahlung heissen.

Befindet sich ein fester Körper K mit einer allen seinen Massentheilen gemeinsamen absoluten Temperatur T und einer Oberfläche von der Grösse F in einer von einem zweiten Körper K_1 gebildeten allseitig geschlossenen Höhlung, deren Oberfläche die Grösse F_1 und die absolute Temperatur T_1 besitzt, so ist der gesammte Energieverlust, welchen der Körper K in der Zeiteinheit in Folge der Strahlungsvorgänge erfährt:

$$\Delta S_{T,T_1} = \frac{C \cdot F}{1 + (1 - \alpha_1)\frac{\alpha}{\alpha_1} \cdot \frac{F}{F_1}} \left\{ e^{aT} \cdot T - e^{aT_1} \cdot T_1 \right\} \ldots\ldots\ldots (4)$$

wo α und α_1 die Absorptionscoefficienten der Körper K und K_1 für die Gesammtstrahlung bedeuten. Ist $F : F_1$ sehr klein und α_1 nicht weit von 1 entfernt, so darf dafür der Ausdruck gesetzt werden:

$$\Delta S_{T,T_1} = C \cdot F \cdot e^{aT_1} \cdot T_1 \left\{ \frac{T}{T_1} \cdot e^{a(T-T_1)} - 1 \right\} \ldots\ldots\ldots (4^a)$$

Die vorstehenden Formeln umfassen die Resultate aller bis jetzt angestellten zuverlässigen Messungen über die Emission der Strahlung und geben die Daten dieser Messungen innerhalb eines Temperaturintervalles von 0° bis 1775° C. und eines Bereiches der Wellenlängen von $\lambda = 0^{mm}.0004$ bis $\lambda = 0^{mm}.015$ in so guter Weise wieder, dass durchgängig die Abweichungen zwischen den Consequenzen der Formeln und den Daten der Beobachtungen nicht grösser sind als die Unsicherheiten der betreffenden Beobachtungen.

Es werden nämlich durch die aufgestellten Formeln die Ergebnisse der folgenden Messungen über die Emission der Strahlung fester Körper zu einem kurzen Ausdrucke zusammengefasst:

1. der Messungen des Hrn. Schleiermacher über die Gesammtstrahlung des blanken und des mit Kupferoxydul bedeckten Platins zwischen 0° und 900° C. (Wied. Ann. 26, p. 287);
2. der Messungen des Hrn. Bottomley über die Gesammtstrahlung des blanken Platins bei Temperaturen zwischen 15° und 900° C. (Philos. Trans. Roy. Soc. Lond. 1887, p. 408);
3. der Messungen des Hrn. Graetz über die Gesammtstrahlung des Glases bei Temperaturen zwischen 0° und 240° C. (Wied. Ann. 11, p. 927);
4. der Messungen des Hrn. Violle über das Verhältniss der Stärke der Gesammtstrahlung des schmelzenden Silbers zu der Stärke der Gesammtstrahlung des schmelzenden Platins (C. R. CV, p. 163);
5. der neuesten Messungen des Hrn. Schleiermacher über die Gesammtstrahlung blanken Platins bei Temperaturen zwischen 0° und 200° C. (Wied. Ann. 34, p. 623);
6. der Messungen des Hrn. Langley über die von Kohle bei niederen Temperaturen ausgesandte Strahlung mit Wellenlängen von etwa $0^{mm}.003$ bis $0^{mm}.015$ (Philos. Mag. Ser. V, Vol. XXV, p. 294);
7. der Messungen des Hrn. Nichols über die von glühendem Platin bei 1100° bis 1300° C. ausgeschickte sichtbare Strahlung mit Wellenlängen von $0^{mm}.0004$ bis $0^{mm}.0007$ (Beiblätter zu Wied. Ann. 3, p. 859);
8. der Messungen des Hrn. Garbe über den Zusammenhang zwischen der Intensität der verschiedenen sichtbaren Strahlungen der Swanlampe und der in derselben verbrauchten elektrischen Energie (Recherches expérimentales sur le rayonnement. Paris 1886);
9. der Beobachtungen von Magnus, E. Becquerel, Violle, Mouton u. A. über die Strahlung glühenden Platins und
10. der Messungen Tyndall's über das Verhältniss der Summe der Intensitäten der sichtbaren Strahlung zur Intensität der Gesammtstrahlung und über die Vertheilung der Energie im Spectrum der Kohle des elektrischen Bogenlichts (Philos. Trans. Roy. Soc. Lond. 1866, p. 10).

Wir heben in dieser kurzen Mittheilung nur die Ergebnisse einiger dieser genannten Messungsreihen hervor, um den Grad der Übereinstimmung zwischen den aufgestellten Formeln und den beobachteten Thatsachen genügend zu veranschaulichen. Bevor wir aber mit der Anführung dieser Belege für die Richtigkeit der Formeln beginnen, schicken wir einige mehr qualitative als quantitative Übereinstimmungen

zwischen dem unter (2) aufgestellten Ausdrucke für die Strahlungsstärke und den Resultaten bisheriger Beobachtungen über die spectrale Vertheilung der Strahlungsenergie voraus.

II.

Nach der Form (2)

$$s = \frac{c \cdot \pi}{\lambda^2} \cdot e^{aT - \frac{1}{b^2 T^2 \lambda^2}}$$

ist für jedes T $s = 0$ für $\lambda = 0$ und für $\lambda = \infty$; für jeden anderen Werth von λ ist s bei allen Temperaturen von 0 verschieden. Ein fester Körper würde also bei jeder Temperatur Strahlungen aller Wellenlängen aussenden. Die Stärken dieser unzählig vielen einzelnen homogenen Strahlungen sind bei einer gegebenen Temperatur sehr verschieden und diese Verschiedenheit ist wiederum wechselnd je nach der Höhe der Temperatur. Denn es ist:

$$\frac{\partial s}{\partial \lambda} = \frac{2c}{\lambda^3} \cdot \left[-1 + \frac{1}{b^2 T^2 \lambda^2} \right] \cdot e^{aT - \frac{1}{b^2 T^2 \lambda^2}}.$$

Es wird also

$$\frac{\partial s}{\partial \lambda} = 0 \text{ für } \lambda = 0$$

$$\lambda = \frac{1}{bT} = \lambda_2$$

$$\text{und } \lambda = \infty.$$

Weiter ist:

$$\frac{\partial^2 s}{\partial \lambda^2} = \frac{c}{\lambda^4} \left[6 - \frac{14}{b^2 T^2 \lambda^2} + \frac{4}{b^4 T^4 \lambda^4} \right] \cdot e^{aT - \frac{1}{b^2 T^2 \lambda^2}}$$

und daher

$$\frac{\partial^2 s}{\partial \lambda^2} = 0 \text{ für } \lambda = 0$$

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{bT} = \lambda_1$$

$$\lambda = \sqrt{2} \cdot \frac{1}{bT} = \lambda_3$$

$$\text{und } \lambda = \infty;$$

für $\lambda = \lambda_1 = \frac{1}{bT}$ wird $\frac{\partial^2 s}{\partial \lambda^2}$ negativ.

Die Curve, welche die spectrale Vertheilung der Energie für irgend eine Temperatur des strahlenden Körpers darstellt, schmiegt sich also für unendlich kleine und unendlich grosse Wellenlängen der Abscissenaxe an, steigt auf der Seite der kleinen Wellenlängen, durch einen ersten Wendepunkt hindurchgehend, verhältnissmässig steil gegen die Abscissenaxe auf, erreicht einen Culminationspunkt und fällt von da aus, einen zweiten Wendepunkt durchsetzend, langsam gegen die Abscissenaxe ab. Die Abscissen der drei ausgezeichneten Punkte der Curve der Energievertheilung: Wendepunkt (1), Culminationspunkt und Wendepunkt (2) haben die Werthe:

$$\lambda_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{1}{bT}, \quad \lambda_2 = \frac{1}{bT} \quad \text{und} \quad \lambda_3 = \sqrt{2} \cdot \frac{1}{bT},$$

verhalten sich also wie 0.58 : 1.00 : 1.41.

Die Form der die spectrale Vertheilung der Energie darstellenden Curve ist also lediglich durch die Temperatur T und die Constante b bestimmt. Können die Abscissen der genannten drei ausgezeichneten Punkte dieser Curve genau ermittelt werden, so ergibt sich aus ihrer Kenntniss bei bekannter Strahlungstemperatur in dreifacher Weise der Werth dieser Constanten.

Alle die bisher ausgeführten genauen Untersuchungen über die spectrale Vertheilung der Strahlungsenergie, unter denen vor allen die sorgfältigen und feinen Messungen Langley's hervorragen, geben genau diesen besprochenen Verlauf der Energiecurve. Nach Langley's Messungen der Energievertheilung im Sonnenspectrum sind z. B. die Abscissen der drei ausgezeichneten Punkte der Energiecurve (Researches on Solar Heat, Plate XXXI, fig. A):

$$\lambda_1 = 0^{\mu}.39 \qquad \lambda_2 = 0^{\mu}.60 \qquad \lambda_3 = 0^{\mu}.84 \qquad [\mu = 0^{mm}.001],$$

welche Werthe im Verhältniss von 0.64 : 1.00 : 1.40 stehen. Die kleinen Abweichungen dieser Verhältnisse von den aus der obigen Formel gefolgerten wird man wohl als nicht erheblich in's Gewicht fallend anerkennen müssen, da ja die abgeleitete Energiecurve nicht directes Resultat der Beobachtungen war, sondern erst zur Elimination der Absorption der Atmosphaere aus zwei beobachteten Curven abgeleitet werden musste, und weil ausserdem die genaue Fixirung der Lage der drei ausgezeichneten Punkte der Energiecurve der Sonne gar nicht das eigentliche Ziel der Untersuchung war.

Weiter unten wird an einem Beispiele genau besprochen werden, bis zu welchem Grade die beobachtete Vertheilung der Energie im Spectrum sich mit der aus der Formel (2) gefolgerten deckt.

III.

Aus der aufgestellten Emissionsformel (1) folgt für die Intensität der Gesammtstrahlung

$$S_T = C \cdot F \cdot e^{aT} \cdot T \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

oder

$$\Delta S_{T,T_1} = C \cdot F(e^{aT} \cdot T - e^{aT_1} \cdot T_1) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4^a)$$

je nachdem der strahlende Körper keine Zustrahlung von aussen erfährt oder von einer ihn vollständig umschliessenden festen Hülle mit der Temperatur T_1 bestrahlt wird. Die zur Zeit vorliegenden zuverlässigsten Messungen über die Abhängigkeit der Intensität der Gesammtstrahlung bestätigen diese Zusammenhänge in bester Weise.

1. Zur Prüfung auf die Richtigkeit des von Hrn. STEFAN angegebenen Zusammenhanges zwischen der Intensität der Gesammtstrahlung und der Strahlungstemperatur ermittelte Hr. SCHLEIERMACHER (WIED. Ann. 26, p. 287) auf elektrischem Wege die Wärmeverluste, welche blanke oder mit Kupferoxydul überzogene Platindrähte in der Zeiteinheit erfuhren, als sie in einem möglichst vollkommenen Vacuum bei constanter Temperatur T gegen eine allseitig einschliessende feste Hülle von constanter niederer Temperatur T_1 Strahlung aussandten. Die Temperatur der Hülle war bald 273°, bald 373°, bald nahezu 473°. Die Strahlungstemperatur T wurde zwischen 273° und etwa 1200° variirt und mittels des Widerstandes des Platindrahts ermittelt.

Das Resultat dieser mit grosser Sorgfalt ausgeführten Messungen war, dass STEFAN's Formel die Messungsergebnisse auf keiner längeren Strecke der Versuchstemperatur richtig wiedergab; sie lieferte zu grosse Werthe der Gesammtstrahlung bei niederen Strahlungstemperaturen und viel zu kleine Werthe für die hohen Temperaturen.

Für den einen der beiden untersuchten blanken Platindrähte, SCHLEIERMACHER's Draht (I), und für den mit Kupferoxydul bedeckten Platindraht wurden beobachtet ($\Delta S_{T,T_1}$ ist in Grammcalorien ausgedrückt, Einheit der Zeit ist die Secunde):

Blanker Platindraht (I).

$T_1 = 273°$		$T_1 = 273°$		$T_1 = 373°$		$T_1 = 473°$	
T	$\Delta S_{T,T_1}$	T	$\Delta S_{T,T_1}$	T	$\Delta S_{T,T_1}$	T	$\Delta S_{T,T_1}$
403°	0.00349	399°	0.00327	454°	0.00371	543°	0.00413
473	0.00745	467	0.00699	506	0.00752	580	0.00804
610	0.02248	600	0.02146	626	0.0222	663	0.02195
854	0.0985	845	0.0949	844	0.0948	866	0.09518
1199	0.3231	1087	0.3112	1082	0.3110	1071	0.2976

Mit Kupferoxydul bedeckter Draht.

$T_1 = 273$		$T_1 = 273$		$T_1 = 373$		$T_1 = 373^\circ$		$T_1 = 473^\circ$		$T_1 = 473^\circ$	
T	$\Delta S_{T.T_1}$	T	$\Delta S_{T.T_1}$	T	$\Delta S_{T.T_1}$	T	$\Delta S_{T.T_1}$	T	$\Delta S_{T.T_1}$	T	$\Delta S_{T.T_1}$
289	0.00124	284	0.00174	383	0.00208	379	0.00203	484	0.00249	483	0.00234
311	0.00484	307	0.00433	394	0.00528	398	0.00511	494	0.00608	493	0.00570
367	0.01484	357	0.01267	428	0.01513	421	0.01391	515	0.0160	512	0,0150
501	0.06325	456	0.04750	532	0.06515	496	0.04654	584	0.0656	575	0.0580
676	0.2229	637	0.1749	714	0.2618	657	0.1861	723	0.2384	704	0.2049
854	0.5952	813	0.4840	863	0.6035	819	0.4957	876	0.5804	858	0.5376

Um eine einfache Verwerthung aller dieser für je einen der beiden Drähte angestellten Messungen zu erhalten, können wir so verfahren, dass wir alle Beobachtungen, welche sich auf eine von 273° verschiedene Hüllentemperatur beziehen, auf den Fall, dass die Hüllentemperatur 273° ist, umrechnen. Es gilt nämlich für jedes Strahlungsgesetz, falls S_T die für die Temperatur T gültige Intensität der Gesammtstrahlung bedeutet:

$$\begin{aligned} \Delta S_{T.T_1} &= S_T - S_{T_1} \\ &= S_T - S_{273} - (S_{T_1} - S_{273}); \end{aligned}$$

also ist:

$$\Delta S_{T.T_1} + S_{T_1} - S_{273} = \Delta S_{T.T_1} + \Delta S_{T_1.273} = \Delta S_{T.273}.$$

Der Werth von $\Delta S_{T_1.273}$ kann aber aus den Beobachtungsresultaten für die Hüllentemperatur 273° entnommen werden. So gewinnt man für den blanken Platindraht (1) 20 und für den mit Kupferoxydul überzogenen Platindraht 36 Werthe für $\Delta S_{T.273}$. Trägt man diese 20 bez. 36 beobachteten Werthe für $\Delta S_{T.273}$ und die zugehörigen Temperaturen als Ordinaten und Abscissen auf und entnimmt man die den absoluten Temperaturen 373°, 423°, 473°... zugehörigen Werthe von $\Delta S_{T.273}$ einem Curvenzuge, welcher sich allen beobachteten $\Delta S_{T.273}$ am besten anschliesst, so erhält man jene Werthe, welche in den zweiten Spalten der beiden folgenden Tabellen verzeichnet sind und die nach der oben aufgestellten Formel durch den Ausdruck darstellbar sein müssten:

$$\Delta S_{T.273} = C \cdot F \cdot e^{a \cdot 273} \cdot 273 \cdot \left(\frac{T}{273} e^{a(T-273)} - 1\right).$$

Die dritte Spalte dieser Tabellen gibt die Werthe des Klammerfactors dieser Gleichung unter der Annahme, dass a den Werth 0.0043 hat, und die vierte Spalte liefert den Quotienten aus den zugehörigen Werthen von $\Delta S_{T.273}$ und diesem Klammerfactor. Dieser Quotient muss constant sein durch die ganze Reihe der Werthe, falls

die aufgestellte Strahlungsformel durch das ganze Temperaturintervall von 273° bis gegen 1100° hin Gültigkeit hat. Die Tabellen lassen ersehen, dass die kleinen Abweichungen von dieser Constanz nicht grösser sind, als die aus dem oben angeführten Beobachtungsmaterial erkennbaren kleinen Abweichungen der unter nahezu gleichen Umständen beobachteten Strahlungswerthe.

Blanker Platindraht (1).

T	$\Delta S_{T,273}$	$\frac{T}{273}\cdot e^{a(T-273)}-1$	$\Delta S_{T,273} : \frac{T}{273}\cdot e^{a(T-273)}-1$
73°	0.308	121.50	0.00254
23	0.233	93.16	0.00253
73	0.182	71.20	0.00256
23	0.138	54.28	0.00256
73	0.107	41.27	0.00259
23	0.0795	31.07	0.00256
73	0.0597	23.30	0.00256
23	0.0440	17.31	0.00254
73	0.0325	12.76	0.00255
23	0.0237	9.27	0.00255
73	0.0167	6.62	0.00253
23	0.0116	4.61	0.00252
73	0.0076	3.09	0.00246
23	0.0047	1.94	0.00243
73	0.0026	1.10	0.00244
			0.00253

Mit Kupferoxydul bedeckter Platindraht.

T	$\Delta S_{T,273}$	$\frac{T}{273}\cdot e^{a(T-273)}-1$	$\Delta S_{T,273} : \frac{T}{273}\cdot e^{a(T-273)}-1$
973°	1.165	71.20	0.0163
923	0.874	54.28	0.0161
873	0.663	41.27	0.0161
823	0.503	31.07	0.0162
773	0.380	23.30	0.0163
723	0.285	17.31	0.0164
673	0.212	12.76	0.0166
623	0.153	9.27	0.0165
573	0.107	6.62	0.0162
523	0.0748	4.61	0.0162
473	0.0500	3.09	0.0162
423	0.0310	1.94	0.0160
373	0.0173	1.10	0.0158
323	0.00735	0.466	0.0158
298	0.00346	0.215	0.0161
			0.0162

Nachdem nachgewiesen worden ist, dass innerhalb der Temperaturgrenzen von 0° bis gegen 800° C. die Gesammtstrahlung von Platin und Kupferoxydul in der That durch die Form

$$S = C\cdot F\cdot e^{aT}\cdot T \qquad [a = 0.0043]$$

dargestellt wird, soll der absolute Werth der Constanten der Gesammtstrahlung dieser beiden Substanzen abgeleitet werden. Es ist für das blanke Platin (1)

$$0.00253 = C\cdot F\cdot e^{a\cdot 273}\cdot 273$$

und für Kupferoxydul

$$0.0162 \quad = C\cdot F\cdot e^{a\cdot 273}\cdot 273\,.$$

Da für den blanken Platindraht $F = 1^{\text{qcm}}881$ und für den mit Kupferoxydul bedeckten Platindraht $F = 1^{\text{qcm}}239$ war, so findet sich

für das Platin (1) . . . $C = 2.29 \times 10^{-6}$ $\left[\frac{\text{Grammcalorie}}{\text{qcm sec}}\right]$
und für Kupferoxydul . . . $C = 9.75 \times 10^{-6}$

2. In neuester Zeit hat Hr. SCHLEIERMACHER einige weitere Beobachtungsreihen über die Grösse der Gesammtstrahlung blanken Platins nach derselben Methode ausgeführt, gelegentlich seiner Bestimmungen der Wärmeleitungsfähigkeiten einiger Gase (WIED. Ann. 34, p. 623). Da in diesen neuen Beobachtungen die Strahlungstemperatur nur zwischen 0° und etwa 175° C. variirte, sind dieselben in bester Weise geeignet die Frage zu entscheiden, ob die oben aufgestellte Form für die Gesammtstrahlung auch noch für kleine Unterschiede zwischen der Temperatur des strahlenden Körpers und der Temperatur der Umgebung in aller Strenge gültig ist. In diesen neuen Beobachtungen wurde z. B. gefunden:

Platindraht (1).

$T_1 = 273°$	
T	$\Delta S_{T,273}$
291°5	0.00144 Grammcal. pro sec.
303.5	0.00276
317.6	0.00396
335.0	0.00553
375.1	0.01054
447.9	0.02363

Platindraht (2).

$T_1 = 273°$	
T	$\Delta S_{T,273}$
282°4	0.00109 Grammcal. pro sec.
287.8	0.00166
292.2	0.00232
298.4	0.00306
307.0	0.00420
319.3	0.00602
337.3	0.00834
390.6	0.01739
434.2	0.02991

Construiren wir zur Darstellung der Ergebnisse dieser beiden Beobachtungsreihen zwei regelmässig verlaufende Curven, welche sich den beobachteten Werthen möglichst gut anschliessen und entnehmen wir diesen Curven jene Werthe von $\Delta S_{T,273}$, welche zu den Temperaturen 298°, 323°, 348° u. s. w. gehören, so erhalten wir die Grössen, welche in der zweiten Spalte der beiden folgenden Tabellen verzeichnet sind. Die dritten und vierten Columnen enthalten wiederum die Werthe von $\left(\frac{T}{273}\cdot e^{a(T-273)}-1\right)$ und $\Delta S_{T,273}:\left(\frac{T}{273}\cdot e^{a(T-273)}-1\right)$ unter der Annahme $a = 0.0043$. In beiden Reihen ist die Constanz des zuletztgenannten Quotienten wohl so vollkommen, als sie überhaupt bei Strahlungsmessungen erwartet werden kann. Gleichzeitig darf diese kaum hervortretende Abweichung von der Constanz als ein Beweis dafür angesehen werden, dass die Messungen SCHLEIERMACHER's mit grosser Genauigkeit und Sorgfalt angestellt worden sind.

Um an einem Beispiele zu zeigen, wie weit sich der von Hrn. STEFAN aufgestellte Ausdruck für die Gesammtstrahlung

$$\Delta S_{T,273} = \sigma\cdot F\cdot(T^4 - T_1^4)$$

den Beobachtungen anschliesst, ist in der letzten Spalte einer jeden der folgenden Tabellen noch der Quotient aus $\Delta S_{T,273}$ und $T^4 - T_1^4$ verzeichnet worden. Dieser Quotient nimmt innerhalb des Temperaturintervalles T gleich 289° bis 448° um fast 30 Procent seines anfänglichen Werthes ab, während der Quotient aus $\Delta S_{T,273}$ und $\left(\frac{T}{273} \cdot e^{a(T-273)} - 1\right)$ nur eine maximale Abweichung von ± 1 Procent von seinem Mittelwerthe zeigt.

Platindraht (1)

$T_1 = 273°$.

T	$\Delta S_{T,273}$	$\frac{T}{273} \cdot e^{a(T-273)} - 1$	$\Delta S_{T,T_1} : \frac{T}{273} \cdot e^{a(T-273)} - 1$	$\Delta S_{T,T_1} : T^4 - T_1^4$
298°	0.00205	0.215	0.00954	8.79×10^{-13}
323	0.00446	0.467	0.00955	8.37
348	0.00720	0.759	0.00949	7.90
373	0.01043	1.100	0.00948	7.55
398	0.01412	1.495	0.00945	7.22
423	0.01854	1.953	0.00949	7.00
448	0.02365	2.482	0.00953	6.81
			0.00950	

Platindraht (2)

$T_1 = 273°$.

T	$\Delta S_{T,273}$	$\frac{T}{273} \cdot e^{a(T-273)} - 1$	$\Delta S_{T,T_1} : \frac{T}{273} \cdot e^{a(T-273)} - 1$	$\Delta S_{T,T_1} : T^4 - T_1^4$
298°	0.00300	0.215	0.0138	12.87×10^{-13}
323	0.00640	0.467	0.0137	12.01
348	0.01042	0.759	0.0137	11.43
373	0.01488	1.100	0.0136	10.77
398	0.02005	1.495	0.0134	10.25
423	0.02642	1.953	0.0136	9.97
			0.0136	

Aus den Mittelwerthen 0.00950 und 0.0136 und den strahlenden Flächen F der Drähte $3^{\text{qcm}}.12$ und $3^{\text{qcm}}.43$ findet sich nach den Gleichungen

$$0.00950 = C \times 3 \cdot 12 \times 237 \cdot e^{a \cdot 273}$$
$$0.0136 = C \times 3 \cdot 46 \times 273 \cdot e^{a \cdot 273}$$

die Constante der Gesammtstrahlung

für den Platindraht (1) $C = 3 \cdot 44 \times 10^{-6}$

und für den Platindraht (2) $C = 4 \cdot 45 \times 10^{-6}$ $\left[\frac{\text{Grammcalor.}}{\text{qcm} \; \text{sec}}\right]$

3. Hr. Violle hat (C. R. CV, 1887 p. 163) die von $0^{qcm}.1$ Oberfläche schmelzenden Platins ausgesandte Stärke der Gesammtstrahlung mit der von derselben Fläche ausgehenden Stärke der Gesammtstrahlung schmelzenden Silbers verglichen. Er fand erstere 54 mal grösser als letztere.

Nach der von uns aufgestellten Formel für die Intensität der Gesammtstrahlung würde das Verhältniss dieser beiden Gesammtstrahlungen sein:

$$\frac{C_1 \cdot \left(\frac{T_1}{T_0} \cdot e^{a(T_1 - T_0)} - 1\right)}{C_2 \cdot \left(\frac{T_2}{T_0} \cdot e^{a(T_2 - T_0)} - 1\right)}$$

wo C_1 und C_2 die Constanten der Gesammtstrahlung für Platin und Silber, T_1 und T_2 die absoluten Schmelztemperaturen von Platin und Silber bedeuten und T_0 die absolute Temperatur der Umgebung darstellt.

Ich habe diese Versuche nach analoger Methode unter Anwendung von möglichst reinem Silber- und Platinblech wiederholt und für dieselben Bleche das Verhältniss der Constanten C_1 und C_2 ermittelt, indem ich die bei 100° C. von gleich grossen Flächen dieser Bleche ausgehende Gesammtstrahlung mittels der Thermosäule verglich. Es fand sich $C_1 : C_2 = 1.032$ und das Verhältniss der Stärke der Gesammtstrahlung einer bestimmten Fläche schmelzenden Platins zu der Stärke der Gesammtstrahlung einer gleich grossen Fläche schmelzenden Silbers wurde gleich

56.5, 56.0, 56.5, 55.7, 57.8, 58.0

in sechs verschiedenen Versuchsreihen gefunden, im Mittel demnach gleich 56.7.

Würde also die aufgestellte Strahlungsformel den Zusammenhang zwischen Strahlungsstärke, Temperatur und Wellenlänge bis hinauf zu der Temperatur des schmelzenden Platins richtig darstellen, so müsste sein:

$$56.7 = 1.032 \frac{\frac{T_1}{T_0} \cdot e^{a(T_1 - T_0)} - 1}{\frac{T_2}{T_0} \cdot e^{a(T_2 - T_0)} - 1}$$

Setzen wir nach Violle $T_1 = 2048°$, $T_2 = 1227°$ und fügen wir für T_0 die für die Versuche gültige Temperatur 290° ein, so erhalten wir unter der Annahme, dass $a = 0.0043$ für die rechte Seite der Gleichung 59.1, also einen Werth der um ein Weniges höher ist als

die beobachtete Grösse. Würden wir an Stelle des Temperaturcoefficienten $a = 0.0043$ einen Werth treten lassen, der um nahezu 1 Procent niedriger ist, oder für die angenommene Schmelztemperatur des Platins eine um etwa 20° tiefere Temperatur setzen, so würde die rechte Seite dieser Gleichung den Werth 56.7 geben. Bis auf 20° genau dürfte aber schwerlich die Schmelztemperatur des Platins fixirt sein.

Der aus der aufgestellten Strahlungsformel abgeleitete Ausdruck für die Gesammtstrahlung gibt also die beobachteten Thatsachen selbst bis zu der Schmelztemperatur von Platin mit befriedigender Genauigkeit wieder.

IV.

In diesem Abschnitte mögen einige Belege für die Richtigkeit des Ausdrucks gegeben werden, welcher oben für die Abhängigkeit der Intensität **homogener** Strahlung von Temperatur, Wellenlänge und Qualität des strahlenden Körpers aufgestellt worden ist:

$$s = \frac{C \cdot \pi}{\lambda^2} \cdot e^{aT - \frac{1}{b^2 T^2 \lambda^2}}$$

1. Hr. Langley hat in der neuesten Zeit die spectrale Vertheilung der Energie in der Strahlung der Kohle für die Strahlungstemperaturen 100° und 178° C. mittels seines Bolometers bestimmt und die Resultate seiner Messungen in der Gestalt von Curven im Philos. Mag. Vol. 22, Plate IV Fig. 1 publicirt.

Nach dieser Curventafel ist z. B. für die Temperatur 178° C. der relative Werth der Strahlungsstärke s für die Wellenlänge [$\mu = 0^{mm}.001$]

$\lambda = 3^{\mu}.0$ ...	$s = 12^{mm}.3$	$\lambda = 9^{\mu}.9$ ...	$s = 17^{mm}.1$
4.0	24.0	10.0	14.7
5.0	30.1	11.0	12.7
6.0	27.5	12.0	11.1
7.0	23.5	13.0	9.7
8.0	20.0	14.0	8.4

Diese Beobachtungen lassen sich zunächst dazu verwenden, eine Prüfung anzustellen ob in der That die Form

$$s = \frac{C \cdot \pi}{\lambda^2} \cdot e^{aT - \frac{1}{b^2 T^2 \lambda^2}}$$

eine spectrale Vertheilung der Energie liefert, welche der Wirklichkeit entspricht, und sie gestatten weiter den Werth der Constante b^2

zu ermitteln. Der Quotient aus je zweien der angegebenen Beobachtungen liefert:

$$\frac{S_1}{S_2} = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^2 \cdot e^{\frac{1}{b^2 T^2}\left(\frac{1}{\lambda_2^2} - \frac{1}{\lambda_1^2}\right)}$$

woraus folgt:

$$b^2 = \frac{\frac{1}{\lambda_2^2} - \frac{1}{\lambda_1^2}}{451^2 \cdot \lg\left(\frac{s_1}{s_2} \cdot \frac{\lambda_2^2}{\lambda_1^2}\right)}.$$

Wählen wir zur Bestimmung von b^2 irgend ein Paar von Wellenlängen, denen die gleiche Stärke der Strahlung zukommt, etwa das Wellenlängenpaar $\lambda = 4^{\mu}.0$ und $\lambda = 6^{\mu}.75$, welche $s = 24^{\text{mm}}.0$ zeigen, so erhalten wir nach dieser Formel einen bestimmten Werth von b^2, nämlich

$b^2 = 0.191 \times 10^{-6}$, falls die λ mit der Einheit μ }
$b^2 = 19.1$, falls die λ mit der Einheit cm } ausgemessen worden.

Berechnen wir mit diesem Werthe von b^2 die Grösse $s \cdot \lambda^2 \cdot e^{\frac{1}{b^2 T^2 \lambda^2}}$ für die einzelnen Wellenlängen, so sollten nach unserer Formel die so berechneten einzelnen Werthe gleich sein. Wir erhalten:

λ	$s \cdot \lambda^2 \cdot e^{\frac{1}{b^2 T^2 \lambda^2}}$	λ	$s \cdot \lambda^2 \cdot e^{\frac{1}{b^2 T^2 \lambda^2}}$
$3^{\mu}.0$	1951	$9^{\mu}.0$	1905
4.0	1931	10.0	1902
5.0	2100	11.0	1916
6.0	2019	12.0	1915
7.0	1949	13.0	1910
8.0	1920	14.0	1900

Bedenkt man, dass die den Berechnungen zu Grunde gelegten Daten aus einer Curve entnommen werden mussten und dass die Sicherheit bolometrischer Messungen der ausserordentlich schwachen homogenen Strahlungen, die von festen Körpern bei niederen Temperaturen ausgehen, wohl schwerlich 1 bis 2 Procent übersteigt, so wird man zugeben, dass die Form:

$$s = \frac{C \cdot \pi}{\lambda^2} \cdot e^{aT - \frac{1}{b^2 T^2 \lambda^2}}$$

die für $T = 451^{\circ}$ und das Wellenlängenintervall $\lambda = 0^{\text{mm}}.003$ bis $\lambda = 0^{\text{mm}}.014$ beobachteten Thatsachen befriedigend wiedergibt.

Selbstverständlich würden die Abweichungen der oben berechneten Werthe noch geringfügiger werden, wenn die Constante b^2 nicht aus einem beliebigen Paare von Beobachtungen, sondern unter Benutzung aller Beobachtungen nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet würde. Diese letztere Art der Berechnung gibt

$b^2 = 0.202 \times 10^{-6}$, bez. 20.2, je nachdem zur Ausmessung der λ die Einheit μ oder cm genommen wird.

2. Auch Hr. P. GARBE hat sehr eingehende und sorgfältige Messungen der Stärke homogener Strahlungen der Kohle ausgeführt. (Recherches expérimentales sur le rayonnement. Thèse. Paris 1886.) Er brachte den Faden einer Maxim- oder Swanlampe zum Glühen und maass für eine Reihe homogener Strahlungen mit Wellenlängen von 0^{mm}.0007 bis 0^{mm}.00048 gleichzeitig die Lichtstärke H und die verbrauchte elektrische Arbeit A. Die Resultate seiner Messungen bestimmten ihn zu der Annahme, dass die Form:

$$H = a(A-b)^c,$$

wo a und b Constanten darstellen und die Grösse $c = 1 + \frac{0.522}{\lambda^2}$ ist, den Zusammenhang zwischen H und A ziemlich gut darstelle.

Für die Swanlampe fand er folgende Messungsergebnisse:

$\lambda = 0^{\mu}.709$		$\lambda = 0^{\mu}.635$		$\lambda = 0^{\mu}.589$		$\lambda = 0^{\mu}.526$		$\lambda = 0^{\mu}.486$	
A	H	A	H	A	H	A	H	A	H
:1.35 $\times 10^7$	126.5	18.42 $\times 10^7$	117.2	16.91 $\times 10^7$	108.0	16.73 $\times 10^7$	144.6	17.40 $\times 10^7$	121.2
9.76	102.8	16.34	85.7	13.49	55.2	15.80	118.2	16.89	103.2
6.80	80.2	14.49	62.2	10.18	23.7	15.31	106.6	15.64	77.5
4.66	55.1	10.23	24.7	7.89	10.2	13.88	78.1	11.98	28.9
2.47	41.3	8.23	13.9	6.41	5.1	10.29	27.2	10.22	14.4
0.42	23.4	6.46	6.4	4.57	1.45	5.00	1.35	8.56	7.53
8.78	16.6	5.33	3.4	3.66	0.46			6.95	2.46
		4.14	1.4					5.74	1.10

Die Gesammtheit dieser Resultate liefert einen ausgezeichneten Beleg für die volle Gültigkeit des aufgestellten allgemeinen Ausdrucks der Strahlungsstärke:

$$s = \frac{C \cdot \pi}{\lambda^2} \cdot e^{aT - \frac{1}{b^2 T^2 \lambda^2}}.$$

Um das zu zeigen, bilden wir den Quotienten zweier auf dasselbe λ aber auf die verschiedenen Temperaturen T_1 und T_2 bezüglicher Strahlungsstärken:

$$\frac{s_1}{s_2} = e^{a(T_1 - T_2) - \frac{1}{b^2 \lambda^2}\left(\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2}\right)}.$$

Dieser Quotient ist auch gleich dem Verhältniss der Helligkeiten H_1

und H_2, welche für dieses λ und die Temperaturen T_1 und T_2 beobachtet wurden. Es gilt daher:

$$\lg\left(\frac{H_1}{H_2}\right) = a(T_1 - T_2) - \frac{1}{b^2\lambda^2}\left(\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2}\right).$$

Können also die Temperaturen angegeben werden, mit welchen der Kohlenfaden in den einzelnen Versuchen glühte, so kann mit Hülfe dieser Gleichung die Constante b^2 in vielfacher Weise aus den Beobachtungsdaten abgeleitet werden. An dem Grade der Übereinstimmung der einzelnen berechneten Werthe lässt sich sodann ein Urtheil bilden über den Werth des der Rechnung zu Grunde gelegten Ausdrucks.

Die in den einzelnen Fällen vorhandenen Temperaturen des Kohlenfadens lassen sich aber mit Hülfe des oben aufgestellten und begründeten Ausdrucks für die Gesammtstrahlung ableiten, sobald die Grösse der Oberfläche des strahlenden Fadens und die Grösse der Constanten der Gesammtstrahlung für Kohle bekannt ist. Denn es gilt für den stationären Glühzustand des Fadens:

$$A = C \cdot F(T \cdot e^{aT} - T_0 \cdot e^{aT_0}),$$

wo T_0 die absolute Temperatur der Lampenhülle bedeutet, oder da in diesem Falle der Werth von $T_0 \cdot e^{aT_0}$ nur ein kleiner Bruchtheil eines Procents von der Grösse $T \cdot e^{aT}$ ist,

$$A = C \cdot F \cdot T \cdot e^{aT}.$$

Glücklicherweise hat Hr. Garbe den Werth von F ausgemessen, er fand $F = 0^{qcm}.328$. Den Werth von C habe ich für die Kohle der Swanlampe in der Weise ermittelt, dass ich die Arbeit A' maass, welche erforderlich war, um den Faden einer Swanlampe mit der Oberfläche F' eben auf die Temperatur T' der beginnenden Graugluth zu bringen. Nach der Ermittelung von T' ergab sich dann C aus der Gleichung:

$$A = C \cdot F' \cdot T' \cdot e^{aT'}.$$

Es wurde so $C = 16.28 \times 10^{-6}$ Grammcalorien pro Quadratcentimeter und Secunde gefunden.

Die folgenden Tabellen enthalten eine Zusammenstellung der vorhin angegebenen Beobachtungen nebst den daraus abgeleiteten absoluten Temperaturen und den hieraus berechneten Werthen der Constanten b^2. Zur Berechnung von b^2 wurde in jeder Reihe die Beobachtung (1) mit der Beobachtung (3), die Beobachtung (2) mit der Beobachtung (4) u. s. w. combinirt. Als Einheit zur Ausmessung von λ wurde $\mu = 0^{mm}.001$ genommen.

$\lambda = 0^{\mu}.709$			
A	H	T	b^2
21.35×10^7	126.5	1501°.5	0.240×10^{-6}
19.76	102.8	1485.0	0.221
16.80	80.2	1453.2	0.208
14.66	55.1	1423.4	0.167
12.47	41.3	1392.4	0.183
10.42	23.4	1358.5	
8.78	16.6	1322.6	
			0.204×10^{-6}

$\lambda = 0^{\mu}.635$			
A	H	T	b^2
18.42×10^7	117.2	1471°.8	0.184×10^{-6}
16.34	85.7	1447.9	0.201
14.49	62.2	1423.9	0.207
10.23	24.7	1354.4	0.208
8.23	13.9	1311.4	0.201
6.46	6.4	1264.3	0.208
5.33	3.4	1226.0	
4.14	1.4	1177.1	
			0.202×10^{-6}

$\lambda = 0^{\mu}.589$			
A	H	T	b^2
16.91×10^7	108.0	1454°.9	0.196×10^{-6}
13.49	55.2	1409.6	0.200
10.18	23.7	1353.5	0.201
7.89	10.2	1303.6	0.212
6.41	5.1	1262.4	0.185
4.57	1.45	1196.8	
3.66	0.46	1153.9	
			0.199×10^{-6}

$\lambda = 0^{\mu}.526$			
A	H	T	b^2
16.73×10^7	144.6	1452°.7	0.188×10^{-6}
15.80	118.2	1441.1	0.189
15.31	106.6	1434.8	0.194
13.88	78.1	1415.2	0.203
10.29	27.2	1355.5	
5.00	1.35	1214.4	
			0.194×10^{-6}

$\lambda = 0^{\mu}.486$			
A	H	T	b^2
17.40×10^7	121.2	1460°.4	0.195×10^{-6}
16.89	103.2	1454.8	0.200
15.64	77.5	1438.8	0.215
11.98	28.9	1385.1	0.192
10.22	14.4	1354.0	0.214
8.56	7.53	1318.2	0.203
6.95	2.46	1277.9	
5.74	1.10	1240.2	
			0.203×10^{-6}

Es ist also im Mittel gefunden worden für:

$\lambda = 0^{\mu}.709$ . . . . $b^2 = 0.204 \times 10^{-6}$
0.635 0.202
0.589 0.199
0.526 0.194
0.486 0.203

$\overline{b^2} = 0.201 \times 10^{-6}$.

Schon diese Ergebnisse allein dürfen als guter Beleg dafür angesehen werden, dass der für die Stärke homogener Strahlung aufgestlelte

allgemeine Ausdruck den Thatsachen entspricht. Nimmt man aber hinzu, dass aus den oben besprochenen Messungen Langley's, welche sich auf wesentlich andere Wellenlängen, nämlich auf Wellenlängen von $\lambda = 3\overset{\mu}{.}0$ bis $\lambda = 14\overset{\mu}{.}0$ und auf eine ganz verschiedene Temperatur, nämlich auf die Temperatur $T = 451°$ bezogen, der Werth der Constanten b^2 für Kohle gleich 0.201×10^{-6}, also vollkommen gleich dem soeben aus Garbe's Messungen abgeleiteten Werthe für b^2 gefunden wurde, so wird man dem aufgestellten Intensitätsausdrucke noch mehr Vertrauen entgegenbringen.

3. Der mögliche Einwand, dass diese vollkommene Coincidenz der für Kohle aus Langley's und Garbe's Messungen abgeleiteten Werthe der Constanten b^2 auf einem glücklichen Zufall beruhen möchte, lässt sich durch die Darlegung des Factums entkräften, dass eine Reihe anderer Eigenschaften der Kohle auf denselben Werth der Constante b^2 hindeuten.

Hr. Tyndall hat (Philos. Trans. Roy. Soc. Lond. 1886, p. 10) im Jahre 1866 zum ersten Male die Vertheilung der Energie im Spectrum des elektrischen Bogenlichts näher verfolgt und gelegentlich dieser Untersuchung auch das Verhältniss der Summe der Intensitäten der sichtbaren Strahlung zur Intensität der Gesammtstrahlung dieser Lichtquelle ermittelt. Er fand das Maximum der Strahlung eines Bogenlichtes von mittlerer Stärke an einer Stelle des von einem Steinsalzprisma entworfenen Spectrums, welche im Ultraroth lag und von der Grenze des äussersten Roth um eine Länge abstand, die gleich 3/4 jener Länge war, über welche das rothe Feld des Spectrums sich erstreckte. Nach den sehr sorgfältigen Messungen Langley's über den für Steinsalz gültigen Zusammenhang zwischen Brechungsexponent und Wellenlänge würde dieser Stelle im Spectrum eine Wellenlänge von etwa $0\overset{\mu}{.}8$ zukommen. Ausserdem stellte Tyndall fest [mittels der Durchstrahlung von Schwefelkohlenstoff und einer Lösung von Jod in Schwefelkohlenstoff], dass das Verhältniss der Summe der Intensitäten der sichtbaren Strahlung zur Intensität der Gesammtstrahlung für ein Bogenlicht mittlerer Stärke gleich 13 : 100 war.

Nach Messungen Rossetti's ist die mittlere Temperatur der Kohlenelektroden des Bogenlichts

nahe 2200° C. bei mässiger Stromstärke,
nahe 2500 C. bei mittlerer Stromstärke
und nahe 2800 C. bei grösster Stromstärke.

Es wird daher der absolute Werth der mittleren Temperatur der Kohlenelektroden des Bogenlichtes mittlerer Stärke, welches Hr. Tyndall bei seinen Messungen benutzte, in der Nähe von 2770° gelegen haben.

Aus diesem Datum und der Wellenlänge der maximalen Energie $\lambda_2 = 0\overset{\mu}{.}8$ folgt aber nach der unter (I) abgeleiteten Beziehung

$$\lambda_2 = \frac{1}{bT}$$

für b der Werth 0.45×10^{-3}, also für b^2 der Werth 0.202×10^{-6}. Selbstverständlich kommt diesem so abgeleiteten Werthe von b^2 kein erhebliches Gewicht zu, da die Ableitung auf einer Schätzung der Wellenlänge λ_2 beruht und es ausserdem am Ende fraglich ist, ob die von Rossetti abgeleiteten Temperaturwerthe sehr genau sind. Indess wird man doch wohl zugestehen, dass auch diese Thatsache sicher darauf hindeutet, dass die Grösse b^2 für Kohle in der Nähe von 0.20×10^{-6} liegt.[1]

Das Verhältniss der Summe der Intensitäten der sichtbaren Strahlung zur Intensität der Gesammtstrahlung ist:

$$q = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} s \cdot \partial\lambda : \int_0^{\infty} s \cdot \partial\lambda$$

wenn λ_1 und λ_2 die Wellenlängen der Grenzen der sichtbaren Strahlung bedeuten. Setzen wir den obigen Ausdruck für s in diese Formen ein und führen die angedeuteten Integrationen aus, so erhalten wir

$$= \frac{1}{\sqrt{\pi}} \left\{ \frac{1}{x \cdot e^{x^2}} \left(1 - \frac{1}{2(x^2+1)} + \frac{1}{4(x^2+1)(x^2+2)} - \frac{5}{8(x^2+1)(x^2+2)(x^2+3)} + \dots \right) \right\}_{x_1 = \frac{1}{bT\lambda_1}}^{x_2 = \frac{1}{bT\lambda_2}} .$$

Ersetzen wir weiter in diesem Ausdruck λ_1 durch $0\overset{\mu}{.}39$, λ_2 durch $0\overset{\mu}{.}75$, T und b durch die soeben angeführten Werthe 2770° und 0.45×10^{-3}, so finden wir $q = 0.125$, während Tyndall's Beobachtungen 0.130 lieferten.

Es harmonirt also auch diese Erscheinung recht gut mit dem aufgestellten allgemeinen Ausdrucke der Strahlungsstärke.

4. Es sollen endlich noch die zahlreichen Messungen herangezogen werden, welche Hr. E. L. Nichols in seiner Arbeit: »Über das von glühendem Platin ausgesandte Licht« (Beiblätter zu Wied. Ann. 3, 859) über den Zusammenhang zwischen den Stärken homogener sichtbarer Strahlungen der verschiedensten Wellenlängen und der Temperatur für einen durch den elektrischen Strom glühend gemachten Platindraht

[1] Legt man den Werth von b^2 als für Kohle bekannt zu Grunde, so lässt sich umgekehrt durch Messung der spectralen Vertheilung der Energie des Bogenlichts sowohl die mittlere Temperatur jeder Elektrode, als auch deren Abhängigkeit von Stromstärke u. s. w. sicher bestimmen. Ich habe eine darauf gerichtete genauere Untersuchung veranlasst.

anstellte. Die Temperatur t' wurde in diesen Messungen an einer besonderen Scala gemessen, indem ihre Zunahmen direct proportional den Verlängerungen des Drahtes gesetzt wurden. Berechnen wir daraus mit Hülfe der Matthiessen'schen Ausdehnungsformel für Platin: $l_t = l_0 [1 + 0.00000851\, t + 0.0000000035\, t^2]$ die absoluten Werthe der bei den Messungen benutzten Temperaturen, so erhalten wir die Werthe, welche in der zweiten Spalte der folgenden Tabelle stehen, die einen Theil, etwa die Hälfte, der Nichols'schen Messungen enthält.

t'	T	$\lambda = 0^\mu.68$ H	$\lambda = 0^\mu.59$ H	$\lambda = 0^\mu.52$ H	$\lambda = 0^\mu.49$ H	$\lambda = 0^\mu.465$ H
1628.8	1423°	0.290	0.207	—	0.111	—
1653.6	1437	0.383	0.249	—	0.143	—
1689.6	1457	—	—	0.236	—	0.108
1759.6	1493	0.623	0.572	—	0.351	0.290
1901.7	1567	1.421	1.395	1.225	1.150	0.891
1932.7	1584	1.760	1.698	1.620	1.550	1.320

Aus diesen Messungen kann in derselben Weise, die oben bei Besprechung der Garbe'schen Messungen auseinandergesetzt worden ist, der Werth von b^2 für Platin durch die Gleichung

$$b^2 = \frac{1}{\lambda^2} \frac{\frac{1}{T_2^2} - \frac{1}{T_1^2}}{\lg\left(\frac{H_1}{H_2}\right) - a(T_1 - T_1)}$$

durch Combination je zweier auf dieselbe Wellenlänge bezüglicher Messungsresultate abgeleitet werden. Die folgende Tabelle enthält die Ergebnisse dieser Berechnungen. Die zur Ableitung je eines Resultates combinirten Beobachtungen sind durch Striche verbunden.

T	$\lambda = 0^\mu.68$ H	$\lambda = 0^\mu.68$ b^2	$\lambda = 0^\mu.59$ H	$\lambda = 0^\mu.59$ b^2	$\lambda = 0^\mu.52$ H	$\lambda = 0^\mu.52$ b^2
1423°	0.290		0.207		—	
1437	0.383	..0.208×10^{-6}	0.249	..0.182×10^{-6}	—	
1457	—	..0.217	—	..0.191	0.236	
1493	0.623		0.572		—	..0.195×10^{-6}
1567	1.421	..0.165	1.395	..0.208	1.225	
1584	1.760		1.698		1.620	..0.197
		0.190×10^{-6}		0.194×10^{-6}		0.196×10^{-6}

T	$\lambda = 0^{\mu}.49$		$\lambda = 0^{\mu}.465$	
	H	b^2	H	b^2
1423°	0.111		—	
1437	0.143	..0.221 × 10⁻⁶	—	
1457	—	..0.211	0.108	
1493	0.351		0.290	...0.182 × 10⁻⁶
1567	1.150	..0.192	0.891	..0.207
1584	1.550		1.320	
		0.208×10^{-6}		0.195×10^{-6}

Die für diese fünf verschiedenen Wellenlängen erhaltenen Mittelwerthe für b^2:

$$\begin{array}{ll} \text{für } \lambda = 0^{\mu}.68 \ldots\ldots\ldots & b^2 = 0.190 \times 10^{-6} \\ 0.59 & 0.194 \\ 0.52 & 0.196 \\ 0.49 & 0.208 \\ 0.465 & 0.195 \\ \hline & b^2 = 0.196 \times 10^{-6} \end{array}$$

liegen so nahe beisammen, dass die Abweichungen der einzelnen Werthe unter einander nicht grösser sind, als die Abweichungen der unter nahezu gleichen Umständen erhaltenen Helligkeiten.

Es darf daher als bewiesen angesehen werden, dass auch die Intensitäten der homogenen sichtbaren Strahlungen glühenden Platins durch die aufgestellte Strahlungsformel wiedergegeben werden.

Zugleich tritt aus diesen Resultaten das bemerkenswerthe Factum hervor, dass die Grössen der Constanten b^2 für Kohle und Platin wahrscheinlich nahezu gleich, sicher aber von derselben Grössenordnung sind.

Die weiteren Beweise dafür, dass der aufgestellte allgemeine Ausdruck für die Strahlungsstärke die Gesammtheit der Resultate der heute vorliegenden zuverlässigen Beobachtungen und Messungen über Emission der Strahlung in sich schliesst, muss ich an dieser Stelle übergehen, um den Inhalt dieser Mittheilung nicht über Gebühr zu vergrössern. Ich werde sie sämmtlich in den ausführlichen Abhandlungen, die ich diesem Gegenstande widmen werde, eingehend besprechen.

V.

Nachdem durch die Aufstellung und Begründung des Zusammenhanges zwischen Strahlungsstärke, Temperatur und Wellenlänge eine leitende Idee und ein die verschiedensten Thatsachen der Emission verknüpfendes Band gefunden worden ist, werden eine ganze Reihe

von weiteren experimentellen Untersuchungen über Strahlungsemission wünschenswerth.

Es ist zunächst mit aller hier erreichbaren Genauigkeit und in dem weitesten Umfange der Temperatur zu untersuchen, ob der Temperaturcoefficient a in der That in aller Strenge für alle festen Körper genau denselben Werth besitzt, oder ob feinere Messungen als sie bisher zur Ausführung kamen, kleine Änderungen dieser Grösse von Substanz zu Substanz ergeben. Liegt einmal ein sehr genauer Werth dieses Coefficienten vor, so wird sich die Temperatur eines im Vacuum strahlenden, durch den elektrischen Strom erwärmten Körpers mit ausserordentlich grosser Genauigkeit bestimmen lassen, welches auch der Werth der Temperatur ist. Denn die Form $S = C \cdot F \cdot T \cdot e^{aT}$ lässt erkennen, dass T bei Werthen von 900° bis 1800° schon bis auf einen Grad genau ermittelt werden kann, sobald S, also die verbrauchte Stromarbeit, bis auf $^1/_2$ Procent genau gemessen wird. Letztere Grösse aber mit dem drei- bis vierfachen Werthe dieser Genauigkeit zu messen, bietet einem gut ausgerüsteten elektrischen Laboratorium keine ernsten Schwierigkeiten.

Vor allen Dingen ist aber auch eine genaue absolute Bestimmung jener zwei Strahlungsconstanten b und C, die von Körper zu Körper variiren, für die verschiedensten festen Körper durchzuführen. Liegen diese Werthe vor, so ergibt dann die Relation $C = b \cdot c \cdot \frac{\pi\sqrt{\pi}}{2}$ auch die Emissionsconstante c. Besonderes Interesse knüpft sich an die genaue Ermittelung der Constanten b, da es lediglich diese Grösse ist, welche für eine gegebene Strahlungstemperatur die Gestalt der Vertheilung der Energie im Spectrum des strahlenden Körpers bestimmt und die Leuchtkraft des Körpers bedingt, wie der unter IV, 3 entwickelte Ausdruck für q deutlich zeigt. Wünschenswerth sind zunächst Messungen der Constanten b für jene zwei Gruppen von festen Körpern, welche sich gegenüber der sichtbaren Strahlung so ausserordentlich verschieden verhalten, nämlich für den Typus der Metalle und für den Typus der durchsichtigen, farblosen, festen Körper, wie Glas, Quarz u. s. w. Schon jetzt lässt sich übersehen, dass die Metalle durch grosse Werthe der Constanten b charakterisirt sein werden, und dass die durchsichtigen farblosen Körper, wie Glas u. s. w., verhältnissmässig kleine Werthe für b besitzen, da ja die letzteren Substanzen selbst in hohen Temperaturen nur sehr geringe Stärken sichtbarer Strahlung aussenden, also nur ein kleines Leuchtvermögen haben.

Dass auf der Grundlage der Kirchhoff'schen Arbeiten über das Verhältniss von Emission und Absorption nach der Aufstellung eines allgemeinen Emissionsgesetzes neue allgemeine Ergebnisse über Ab-

sorption abgeleitet werden können, welche Impulse zu experimentellen Untersuchungen über Absorption geben müssen, braucht wohl kaum erwähnt zu werden.

Alle die soeben angedeuteten Untersuchungen sind theils bereits im Gange, theils werden sie in den nächsten Wochen in Angriff genommen werden. Dank dem glücklichen Umstande, dass die schweizerische Eidgenossenschaft gegenwärtig an ihrer polytechnischen Hochschule ein grosses Institut für wissenschaftliche und angewandte Physik mit reicher instrumenteller Ausrüstung einrichten lässt, können diese Arbeiten im Verlaufe der nächsten Jahre in weitem Umfang und mit ungewöhnlichen Hülfsmitteln durchgeführt werden.

Zum Schluss mag an den Ausgangspunkt dieser Betrachtungen erinnert werden. Nach der Aufstellung des allgemeinen Zusammenhanges zwischen Strahlungsstärke, Temperatur, Wellenlänge und Qualität der strahlenden Substanz ist eine vollständige und allgemeine Theorie des elektrischen Lichtes möglich geworden. In einer in den nächsten Wochen erscheinenden Monographie: »Das elektrische Glühlicht« werde ich in ausführlicher Weise darlegen, dass alle Eigenschaften des elektrischen Glühlichts — ausgeschlossen nur die Fragen nach der Lebensdauer der Lampen — aus der aufgestellten Strahlungsformel deducirt werden können, und dass künftig eigentlich keine weiteren Messungen über die Lichtwirkungen der elektrischen Glühlampen ausgeführt zu werden brauchen, da eine einfache Formel die Helligkeit angibt, welche irgend eine Kohlenglühlampe bei einer festgesetzten Beanspruchung liefert. Zahlreiche Messungsergebnisse, an Lampen der verschiedensten Systeme abgeleitet, werden die ausnahmslose Gültigkeit dieser Formel belegen. Selbst den Fragen über die Lebensdauer der Lampen wird man jetzt näher treten können als bisher, da durch das aufgestellte Strahlungsgesetz eine sehr einfache und genaue Messung der Temperatur des glühenden Kohlenfadens möglich geworden ist.

Über Deformationsströme; insbesondere die Frage, ob dieselben aus magnetischen Eigenschaften erklärbar sind.

Von Prof. Ferdinand Braun
in Tübingen.

(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz.)

(Zweite Mittheilung.)

1. In meinem ersten Aufsatze habe ich eine Reihe von Thatsachen mitgetheilt. Es fragt sich, ob dieselben aus anderen, bereits bekannten abgeleitet werden können. Ich will im Folgenden dasjenige zusammenstellen, was am bequemsten zur Beantwortung dienen kann.

Die Erscheinungen, welche ich früher beschrieb, habe ich bisher nur an magnetisirbaren Materialien auffinden können; am stärksten zeigen sie sich bei Nickel; wahrscheinlich sind sie auch in Eisen und Stahl vorhanden. In schwach magnetisirbaren Körpern (wie Neusilber) oder diamagnetischen Metallen ist es mir nicht gelungen, neben dem Strom, welcher durch die kaum ganz ausschliessbare erdmagnetische Induction entsteht, noch Deformationsströme nachzuweisen; treten sie auch in ihnen auf, so sind sie nach Versuchen, die ich hier übergehe, mindestens 100 mal schwächer als in Nickel. Dieser Umstand, sowie der weitere, dass man durch künstliche Magnetisirung die Grösse der Effecte ändern kann, legt den Gedanken nahe, die Beobachtungen aus magnetischer Induction zu erklären. Insbesondere wird man an die bekannten Untersuchungen von G. Wiedemann über den gegenseitigen Zusammenhang von Torsion und Magnetismus, sowie die weitgehenden Analogien zwischen dem magnetischen und mechanischen Verhalten erinnert.

2. Wickelt man aus einem hartgezogenen Nickeldraht eine Spule, so wird dieselbe im Allgemeinen bei An- und Abspannen Ströme liefern. Durch wiederholtes, namentlich durch sehr heftiges Glühen und langsames oder rasches Abkühlen (Ablöschen in Wasser) kann man den Deformationsstrom ganz oder bis auf einen sehr geringen

Theil verschwinden machen. Zieht man den Draht nach dieser Behandlung wieder in ostwestlicher Richtung hart, so zeigt nun eine aus ihm hergestellte Rechts- oder Linksspule die früher beschriebenen Ströme: in einer Rechtsspule fliesst der Dilatationsstrom gegen die Zugrichtung — womit alles Weitere gegeben ist. Der Draht ist aber nach meinen Erfahrungen dann auch immer magnetisch geworden, nämlich das zuerst durchgezogene Ende zu einem Südpol. Ob hierbei die kaum zu umgehenden Einflüsse von magnetischem Werkzeug oder sonstige locale magnetische Wirkungen mitgespielt haben, lasse ich unentschieden. Es ist mir nicht wahrscheinlich; denn ich fand am gezogenen Ende einen Südpol auch unter Bedingungen, wo man umgekehrt das Auftreten eines Nordpols an demselben hätte erwarten sollen; desgleichen, wenn ich den Draht horizontal und möglichst senkrecht zum magnetischen Meridian durch Holz zog und nur mit Holz- oder Messingwerkzeugen fasste. Doch enthalte ich mich eines Urtheils. Durch wiederholtes Ziehen wird diese Magnetisirung häufig verstärkt, bisweilen auch geschwächt.

Magnetisirt man nun einen Nickeldraht künstlich so, dass die beim Ziehen entstandene Magnetisirung verstärkt wird, so nehmen damit auch die Deformationsströme zu. Schwächt man die Magnetisirung oder kehrt sie um, so nehmen die Deformationsströme ab und können ihre Richtung wechseln. Doch tritt letzteres mit Sicherheit nur ein, wenn man eine gewisse permanente Magnetisirung überschritten hat, und es ist keineswegs gesagt, dass der Deformationsstrom sich umkehrt mit der Magnetisirung. Daher entstehen begreiflicherweise complicirte Erscheinungen, deren Detail vorerst ohne Interesse ist. Man kann Spulen haben, bei welchen der Einfluss der Zugrichtung noch denjenigen der Magnetisirung überwiegt und umgekehrt, sowie alle Zwischenstufen: schwach magnetische mit starkem Deformationsstrom und stark magnetische mit schwachem Strom. Endlich nahezu gleich starke Ströme und sehr verschiedene magnetische Momente; letzteres kann z. B. bei der gleichen Spule durch abwechselnd gerichtete Magnetisirung im Verhältniss von 6:1 geändert werden, ohne dass am Strom eine wesentliche Änderung einträte. —

Wenn man eine Spule nur so stark ausgeglüht hat, dass sie noch schwachen Deformationsstrom gibt; wenn man dann den Draht in der zur ersten Zugrichtung entgegengesetzten Richtung zieht, so kann nach dem ersten neuen Ziehen noch die ältere Zugrichtung für die Stromrichtung bestimmend sein. Diese Thatsache hat nichts Auffallendes, sondern in Erscheinungen der Übereinanderlagerung elastischer Nachwirkungen und verwandten wohlbekannten Analoga. Diese Einzelheiten seien hier nur gelegentlich berührt. Ich fasse das

Resultat, welches mir nach allmählich zahlreichen Erfahrungen sicher zu stehen scheint, in folgender Weise zusammen.

Stellt man sich aus einem vorher gut ausgeglühten Nickeldraht einen harten her durch horizontales Ziehen in ostwestlicher Richtung und magnetisirt ihn noch ausserdem möglichst gleichmässig in der Weise, dass das ausgezogene Ende magnetischer Südpol (das zuletzt durch den Drahtzug gegangene also Nordpol) ist, so zeigt ein solcher Draht die früher ausführlich beschriebenen Erscheinungen. — Was ich dort Axe nannte, ist also die Zugrichtung bez. gleichzeitig die Richtung vom Nord- zum Südpol durch den Draht.

Die Magnetisirung kann auch geschehen, wenn der Draht schon zu einer Spirale gewickelt ist. Es ist aber schwer, einen Nickeldraht gleichmässig zu magnetisiren. Ich habe kaum einen Draht oder eine Spule auf ihr magnetisches Moment geprüft, bei welcher beide Enden entgegengesetzt gleiche Wirkungen auf eine Magnetnadel ausgeübt hätten. Es bilden sich also meist Folgepunkte. Doch bringen innerhalb weiter Grenzen diese Unregelmässigkeiten keine bemerkenswerthen Störungen hervor. Wenn sie aber sehr erheblich sind oder künstlich besonders gross gemacht werden, so können zwei Theile derselben Spule sich entgegengesetzt verhalten. Drähte, welche in einzelnen Theilen schon ohne künstliche Magnetisirung solche Verschiedenheiten zeigen, sind ausserordentlich schwer durch Glühen davon zu befreien. Es scheint, als ob dann im Material eine besonders unhomogene Stelle sich befände, an der sich auch mit Vorliebe ein Folgepunkt bildet.

3. Ehe ich weiter gehe, fasse ich zusammen, wie verschiedene Deformationen wirken.

Durch An- und Abspannen eines geraden 2^m langen Nickeldrahtes erhielt ich, wie schon früher erwähnt, keinen für mein Galvanometer messbaren Strom. Ebensowenig durch Torsion um 180, 360 und mehrmals 360° eines ebenso langen, mehr oder weniger gespannten Drahtes. Wurden aus diesen Drähten aber Spulen gewickelt, so lieferten sie starke Deformationsströme. Wird eine solche Spirale, mag sie gestreckt oder flach gewickelt sein, auf- oder abgerollt, wie eine Uhrfeder, welche man aufzieht oder ablaufen lässt, so entstehen keine Ströme; die schwachen Bewegungen der Multiplicatornadel sind den kaum zu vermeidenden Verlängerungen und Verkürzungen der Höhe einzelner Schraubengänge zuzuschreiben und werden um so geringer, je mehr man diese unbeabsichtigten Bewegungen ausschliesst. Man wird des Resultates am sichersten, wenn man die umgekehrte Erscheinung zu Hülfe nimmt und die Gestaltsänderung untersucht, welche ein Strom in der Spule hervorruft. Man hänge eine Spirale

vertical, indem man sie am oberen Ende einklemmt, biege das untere Ende zu einem geraden Drahte, welcher vertical absteigt und in Quecksilber taucht. Man befestige an diesem oder an der untersten Windung einen Spiegel, die spiegelnde Ebene vertical. Ein Strom, welcher durch die Spirale geht und erhebliche Contractionen und Dilatationen ($^1/_{20}$ bis $^1/_{10}{}^{mm}$) hervorruft, bewirkt keine Lagenänderung der Spiegelnormale, weder in einer horizontalen, noch in einer verticalen Ebene. Die geringen Verschiebungen (0.2 bis 1.5 Mm. an einer 2^m entfernten Scala), welche man mit Fernrohr und Scala beobachtet, sind nur die unvermeidlichen Begleiter der Contractionen selber. Als wirksam bleibt also nur eine Deformation, welche einen schon in einer Ebene gebogenen Draht nochmals in einer zur ersten senkrechten Ebene verbiegt.

4. Der zur Erklärung nächstgelegene Gedanke ist nun folgender. Die Drahtspule hat von vornherein schon zwei Magnetpole. Lässt man durch dieselbe einen Strom fliessen, so wird nach der Ampère'schen Regel auf die Pole eine Kraft ausgeübt, welche der ersten Potenz der Stromstärke proportional ist und daher, je nach der Stromrichtung, in einer Contraction oder Dilatation der Spule bestehen wird; zu ihr gesellt sich die dem Quadrate der Stromintensität proportionale elektrodynamische Wirkung. Von letzterer werde abgesehen. Nach den früher mitgetheilten Regeln geht nun in einer Rechtsspule der Dilatationsstrom gegen die Zugrichtung, d. h. von dem Süd- nach dem Nordpol in der Spirale. Ein solcher Strom bewirkt daher umgekehrt Contraction, er müsste also den Nordpol nach der Spule hinbewegen. Man überzeugt sich aber leicht, dass die Ampère'sche Regel gerade das entgegengesetzte verlangt. Die elektromagnetischen Fernewirkungen, welche die stromdurchflossene Spule auf sich selbst ausüben kann, würden also eine der beobachteten entgegengesetzte Deformation anstreben und können daher nicht zur Erklärung herangezogen werden. Sie treten vielmehr hindernd in den Weg; und da sie somit das Bestreben haben, sich mit der ihrem Wesen nach noch unbekannten deformirenden Kraft des Stromes in's Gleichgewicht zu setzen, und daher auch eine Spule, welcher keine Eigenelasticität zukäme, in Folge dieser entgegengesetzt wirkenden Kräfte eine bestimmte Gleichgewichtslage annehmen würde, so könnte man eher an eine Reciprocität zwischen beiden denken.

Ist die Bewegung der Spule, welche unter dem Einfluss des Stromes eintritt, aber nicht aus elektromagnetischen Kräften zu erklären, so fällt damit natürlich auch die Möglichkeit, umgekehrt den Deformationsstrom als die zugehörige Inductionswirkung aufzufassen. Dieser Schluss ist jedenfalls bindend, so lange man sich die Defor-

mation, welche einen Strom erzeugt, sehr klein denkt. Da aber auch durch Belastung gestreckte Spulen sogar in quantitativ gleicher Weise auf den Strom reagiren, wie unbelastete (soweit die Genauigkeit meiner Messungen gieng), so ist der Schluss auch für grössere Deformationen zulässig.

Die in meiner ersten Abhandlung angedeutete Regel (§. 15), unter der man die Deformation des Stromes und die reciproken Erscheinungen zusammenfassen kann, lautet daher einfach: 'Man betrachte Zugende und Südpol als gleichbedeutend. Die Deformationen durch den Strom und die Ströme durch Deformation sind dann gerade entgegengesetzt gerichtet denjenigen, welche nach der Ampère'schen Regel (in Verbindung mit dem Lenz'schen Gesetze) auftreten müssten.'

Wenn damit der relative Sinn der beiden Wirkungen festgelegt ist, so gibt der folgende Versuch Aufschluss über das Verhältniss ihrer Grössen. Eine Spule hat, da sie selbst magnetisch ist, um sich herum ein Magnetfeld; ich will es das äussere nennen. Bei der Deformation ändert sich dieses Feld; in dem sich fortwährend ändernden Feld bewegen sich gleichzeitig die einzelnen Spulenwindungen und können Inductionswirkungen erfahren. Man lege nun neben den Nickeldraht einen von ihm isolirten, aber durch eine Umspinnung dicht mit ihm verbundenen Kupferdraht. Bei der Deformation ist der Kupferdraht bis auf eine zu vernachlässigende Grösse denselben inducirenden Kräften des äusseren Feldes unterworfen, wie der Nickeldraht. Als ein solcher Doppeldraht deformirt wurde, zeigte der Multiplicator, wenn die Nickelspirale eingeschaltet war, einen Dilatationsstrom an $= + 25^{sc}$; wurde statt ihrer die Kupferspirale eingeschaltet, so gab der Multiplicator $- 0^{sc}.3$ — eine Ablenkung, wie sie schon durch erdmagnetische Induction entsteht. Der Widerstand beider Spiralen war nahezu gleich (0.2 S.E.) und klein gegen den Gesammtwiderstand der übrigen Schliessung (1.8 S.E.).

Leitete man umgekehrt einen Strom durch die Nickelspirale, so zeigte dieselbe die regelmässigen, wenn auch wegen der doppelten Starrheit kleinen Deformationen; ein gleich starker Strom, durch den Kupferdraht geleitet, bewirkte keine beobachtbare Gestaltsänderung.

5. Eine Erklärung aus den Wirkungen des äusseren Feldes ist somit ausgeschlossen. Die elektromotorischen Kräfte, welche den Deformationsstrom hervorrufen, erstrecken sich (wenigstens durch das die Spirale umgebende Mittel hindurch) nicht auf grössere Entfernungen. Damit ist in guter Übereinstimmung, dass der Deformationsstrom bei immer weiter fortgesetztem Ausziehen eines Drahtes lange Zeit keine wesentliche Änderung erfährt, auch wenn die Ganghöhe einer

Schraubenwindung schon von wenigen Millimetern bis zu 10^{cm} und darüber gewachsen ist.

Schwieriger wird nun aber die Beantwortung der Frage, ob innere Induction eine ausreichende Erklärung an die Hand gibt. Der Draht ist magnetisch; die Molecularmagnete werden Drehungen, bez. beim Erwärmen Schwächungen ihrer Momente erfahren und in der leitenden Substanz, in welche sie eingebettet sind, Inductionsströme hervorrufen.

Wir wollen uns nun die Magnetisirung eines zunächst gerade gedachten, sehr dünnen Drahtes zerlegt denken — wodurch jede gegebene Magnetisirung erschöpft wird — in eine axiale, eine radiale und eine circulare Componente. Weder eine Änderung der axialen, noch der radialen Magnetisirung kann einen Inductionsstrom in der Richtung der Axe erzeugen. Nach dem Ergebniss des vorigen Paragraphen darf man, jedenfalls für eine qualitative und in grosser Annäherung selbst für eine quantitative Betrachtung, diesen Satz auf unseren Fall eines gebogenen Drahtes anwenden. Es bleibt somit nur noch die circulare Magnetisirung als möglicher Erklärungsgrund übrig.

Für diese fehlt nun ein directes Maass, insbesondere wenn die Magnetisirung in jedem Ring eine wirklich homogene (solenoidale) ist. Ein indirectes Maass ihrer Änderung könnte man versucht sein in der Änderung des longitudinalen Momentes zu suchen. Denn wenn aus einem geschlossenen und daher nach aussen magnetisch unwirksamen Ringmagneten eine Anzahl Molecularmagnete ausscheiden, so werden diese, falls gleichzeitig, wie es ja der Fall ist, eine richtende longitudinale Kraft auf sie wirkt, sich wenigstens theilweise in die Richtung der Axe legen und somit das longitudinale Moment vergrössern.

Diese Auffassung wird durch die Thatsachen nicht unterstützt. Der Deformationsstrom ist keineswegs der Änderung des messbaren d. h. longitudinalen Momentes proportional. Da diese Änderung sich wieder aus zwei Ursachen zusammensetzen wird, nämlich 1. einer Momentänderung in Folge der rein geometrischen Änderung der Länge; 2. einer damit vielleicht verbundenen Änderung des freien Magnetismus, so würde es nicht ganz einfach sein, verschiedene Spulen mit einander zu vergleichen. Ich beschränke mich deshalb auf Angaben, welche sich je auf dieselbe und stets in der gleichen Weise deformirte Spirale beziehen. An die Enden solcher waren Kupferdrähte gelöthet; der ganze magnetische Draht war zu einer Spirale gerollt. Würde man nämlich von demselben an den Enden noch gerade Stücke herausstehen lassen, so wäre das am Magnetometer messbare Moment schlecht definirt. Eine solche Spule war in

eine Magnetisirungsspirale, welche 3×66 Windungen Kupferdraht auf 25^{cm} Länge besass, gelegt; der innere Durchmesser derselben war $3^{cm}.5$; ein Strom bis zu 6.5 Ampère wurde hindurchgeschickt.

Die Spirale befand sich in erster Hauptlage in der Nähe einer mit Spiegel und Dämpfung versehenen Magnetnadel; die elektromagnetische Wirkung des Stromes war in bekannter Weise compensirt. Es wurden in relativem Maasse das magnetische Moment bez. seine Änderungen und die beim Deformiren entstehenden Ströme gemessen. (Die im folgenden für das Moment angegebenen Zahlen sind die an einer 240^{cm} vom Spiegel des Magneten entfernten Millimeterscala abgelesenen Ablenkungen; die Mitte der Spirale befand sich $26^{cm}.3$ vom abgelenkten Magneten entfernt.)

Es ergab sich zunächst, dass die Grösse des temporären Momentes bez. seine Änderung für den Deformationsstrom nicht maassgebend ist. Die Spule hatte 2^{m} Nickeldraht von $1^{mm}.3$ Durchmesser in 26 Windungen von $2^{cm}.5$ Weite; ihre Länge (sie soll die natürliche Länge heissen) war $13^{cm}.5$. Wurde sie von dieser natürlichen Länge um 4^{cm} jedesmal ausgezogen, so war z. B.:

		Änderung des Momentes (beim Ausziehen)	Strom (beim Ausziehen)
Perm. Moment in nat. Länge vor Versuch	— 8	—	— 20
Temp. " in nat. Länge	— 30	+ 25	— 27
" " ausgezogen	— 5		
Perm. " in nat. Länge	— 9	— 7	— 20
" " ausgezogen	— 16		

Temporäres und permanentes Moment ändern sich in verschiedener Weise; der Strom, welcher dabei entsteht, hat aber gleiche Richtung und sogar gleiche Grösse. Die Differenz von 7 Scalentheilen, welche man erhält, wenn die Nickelspirale einmal in der vom Strom (1.7 Ampère) durchflossenen und dann in der stromlosen Magnetisirungsspirale deformirt wird, rührt nämlich von Volta-Induction bei Bewegung gegen die nicht ganz gleichmässig vertheilten Windungen der letzteren, wovon man sich überzeugt, wenn man die Nickelspirale mit einer gleichen Kupferspirale vertauscht.

Es hat keinen Zweck, diese Beispiele (ich könnte leicht noch auffallendere anführen) zu häufen. Ebenso wenig wie die Änderung des temporären Momentes ist die Änderung entscheidend, welche das remanente Moment erfährt, indem es — bei Bewegung der Spule — in das permanente (welches constanten Werth erst nach einigen Deformationen annimmt) übergeht. Im Gegentheil: wollte man einfach

mit den ganzen Änderungen des Momentes rechnen, so müsste man gleichsinniger Änderung des remanenten und des permanenten Momentes bisweilen Stromeffecte von entgegengesetztem Zeichen zuschreiben; z. B. war:

		Änderung des Momentes beim Ausziehen	Strom beim Ausziehen
Rem. Moment in nat. Länge....	+ 8.6	— 23.6	— 14
Perm. » ausgezogen......	— 15	— 12	— 16
» » in nat. Länge....	— 3		
Rem. Moment in nat. Länge....	— 24	+ 3	— 22
Perm. » ausgezogen......	— 21	— 7	— 19
» » in nat. Länge....	— 24		

Will man überhaupt eine Beziehung des Momentes zum Strom suchen, so glaube ich, dass eine Aussicht auf Erfolg höchstens vorhanden wäre, wenn man das temporäre und wohl auch das remanente Moment ganz aus der Betrachtung ausschliesst.

Eine Stahlspirale, die schon vorher durch einen kräftigen Hufeisenmagnet magnetisirt war, wurde ebenso untersucht. Durch die benutzten Ströme konnte ihr permanenter Magnetismus von seinem Anfangswerthe 33 auf bez. 24 und 41 geändert, die Spirale aber nicht ummagnetisirt werden. Die Momentänderungen beim Deformiren bewegten sich von — 3 bis — 5, der Strom von — 0.5 bis — 1. Die Ströme sind zwar schwach, doch kann ich mit Bestimmtheit sagen, dass nicht der grössten Momentänderung der stärkste Strom zugehört.

Eine Eisenspirale, deren hart gezogener, 2^{mm} dicker Draht gerade gestreckt, in dieser Gestalt longitudinal magnetisirt und nachher erst zu einer Spule gewickelt war, konnte durch den Strom ummagnetisirt werden. Ich gebe einige auf sie bezügliche Zahlen; in der ersten Spalte führe ich die Stromstärken in der Magnetisirungsspule an.

	Perm. mgt. Momente		Änderung der Momente	Strom
	Nat. Länge	Ausgez.	beim Ausziehen	
Vor Vers.	— 92	— 107	— 15	— 2.8
— 3.3 Amp.	— 129	— 149	— 20	— 0.7
+ 3.3 »	— 72	— 86	— 20	— 3.6
— 6.4 »	— 198	— 228	— 30	— 2.0
+ 6.4 »	+ 21	+ 19	— 2	— 4.5

Die Zahlen zeigen deutlich, dass auch hier keine Beziehung zwischen Momentänderung und Deformationsstrom besteht.

Ob rechts und links gewundene Eisenspulen, welche permanent longitudinal in einer solchen Spule magnetisirt sind, sich entgegengesetzt verhalten, habe ich bei der Kleinheit der Effecte nicht mit Sicherheit entscheiden können.

6. Die Versuche, welche ich im letzten Paragraphen beschrieb, waren veranlasst durch die unzweifelhaft feststehende Thatsache, dass im Nickel eine starke longitudinale Magnetisirung die Erscheinungen in der früher angeführten Weise abzuändern vermag. Dem entsprechend waren die magnetisirenden Kräfte so angeordnet, dass sie möglichst rein longitudinal magnetisiren sollten. Die Beobachtungen ergeben zunächst nur das negative Resultat, dass, wenn überhaupt, so jedenfalls keine einfache Beziehung der Ströme zu den Änderungen der magnetischen Momente besteht. Insofern enthalten sie eine Bestätigung des schon auf anderem Wege gewonnenen Resultates, dass das äussere Feld nicht die Ursache der Ströme sein könne. Sie scheinen auch in longitudinal magnetisirtem Eisen Deformationsströme anzudeuten, welche den in Nickel beobachteten entsprechen. Doch will ich diese in der jetzigen Abhandlung nicht weiter verfolgen.

Es scheint mir vielmehr zunächst wichtiger, die Wirkungen zu studiren, welche eine möglichst rein circulare Magnetisirung hervorruft. Denn erst ein Vergleich mit den davon herrührenden Effecten wird eine Entscheidung über die in erster Linie interessirende Frage ermöglichen, ob man die im Nickel auftretenden Ströme als eine neue Erscheinung aufzufassen hat, oder ob sie gleichfalls aus circularer Magnetisirung erklärbar sind.

Von diesem Gesichtspunkte aus sind die Bedingungen, welche in den vorigen Versuchen hergestellt waren, offenbar nicht die günstigsten. Circulare Magnetisirung, welche allein durch Induction Ströme von der Beschaffenheit der in Rede stehenden geben kann, erhält man bekanntlich, wenn man durch einen Eisendraht einen kräftigen Strom hindurchschickt. Wenn es auch nicht möglich ist, nur circulare oder nur longitudinale Magnetisirung herbeizuführen, so gelingt es doch verhältnissmässig leicht, die Stromeffecte circularer Magnetisirung in Eisen kennen zu lernen unter Benutzung der folgenden Thatsache. Magnetisirt man Eisen unter Verhältnissen, welche für das Entstehen longitudinaler Magnetisirung möglichst günstig sind, so gibt dasselbe, selbst nach starken permanenten Magnetisirungen, Ströme, welche nur sehr schwach sind im Verhältniss zu den bei Nickel auftretenden. Die Angaben des vorigen Paragraphen geben dazu einige Belege. Leitet man aber durch Eisen einen Strom von grosser Dichtigkeit (4 Ampère/Mm^2) hindurch, so dass man für das Auftreten circularer Magnetisirung günstige Bedingungen schafft, so zeigen die

Eisenspulen zwar gleichfalls nachher ein longitudinales Moment. Die Ströme aber, welche bei Gestalts- oder Temperaturänderung in einer solchen circular magnetisirten Spirale auftreten, übertreffen die in einer bis zu demselben äusserlich messbaren Momente longitudinal magnetisirten vielleicht um das Zehnfache; sie kommen den in gleich grossen Nickelspiralen auftretenden an Intensität näher (bis zu etwa $^1/_3$ derselben); sie unterscheiden sich aber von den letzteren in charakteristischer Weise.

Ehe ich sie beschreibe, scheint es mir zweckmässig, wenn auch nur zu vorübergehendem Gebrauche, einen weiteren Namen einzuführen. Ein Strom, welcher dadurch entsteht, dass eine Spirale gegen ihre Elasticitätskraft zusammengedrückt wird, soll Compressionsstrom genannt werden.

Lässt man durch eine Eisenspule einen starken Strom gehen, unterbricht denselben, schaltet die Spule in einen Galvanometerkreis und deformirt sie, so erhält man Ströme. Der Dilatationsstrom hat eine gewisse Richtung; die gleiche besitzt aber auch der Compressionsstrom (im Gegensatz zum Verhalten von Nickel). Ausziehen und Zusammendrücken geben also die gleichen Effecte. — Die Ströme, welche die ersten Deformationen nach dem Durchleiten des Stromes hervorbringen, sind stärker als die späteren. — Führt man eine Deformation in einem gewissen Sinne aus und beobachtet dabei einen gewissen Strom, so gibt die gleiche Deformation, im entgegengesetzten Sinne vollzogen, anfangs nicht den gleichen Strom. Erst nach mehrfachem Hin- und Hergehen (Dilatiren und Comprimiren) tritt dies ein: die Spirale ist dann in einen permanenten Zustand gekommen. Man erkennt dabei deutlich, wie zwei Ströme sich übereinander lagern — ein stärkerer den Abfall des remanenten in den permanenten Magnetismus begleitender und ein schwächerer, von Anfang an schon vorhandener, den man als constant annehmen kann und welcher den Änderungen des permanenten Magnetismus entspricht. Durch diese Auffassung bekommen die Beobachtungen eine übersichtliche Deutung, welche sich mir immer bewährt hat.

Diese Erscheinungen lassen sich bei Annahme einer circularen Magnetisirung in der folgenden Weise erklären. Leitet man einen Strom hindurch in einer gewissen Richtung $a \rightarrow b$, so entsteht circulare Magnetisirung. Deformirt man, nach Unterbrechung des Stromes, so wird die circulare Magnetisirung theilweise rückgängig und es muss daher ein gleichgerichteter Inductionsstrom von $a \rightarrow b$ entstehen, wie es die Beobachtung thatsächlich zeigt. Die ersten stärkeren Ströme sind diejenigen, welche man im Anschluss an eine von Hrn. G. Wiedemann gewählte Bezeichnungsweise Erschütterungsströme nennen kann.

Eine Rechtsspule (Draht $1^{mm}.2$ dick), durch welche man einen Strom von 4.2 Ampère/Mm^2 geleitet hatte in derjenigen Richtung, welche in der oberen Reihe angeführt ist, gab z. B.:

Strom war durchgegangen in			
Richtung $a \to b$		Richtung $b \to a$	
1. Dilatat. + 50 ($a \to b$)	1. Compr. + 28	1. Dilatat. — 60	1. Compr. — 15
3. » + 4	10. » + 7	6. » — 3	10. » — 2

Man müsste also voraussetzen, dass jede Deformation aus der natürlichen Länge eine anfangs grösstentheils permanente, später nur temporäre Abnahme der circularen Magnetisirung bewirkt. Die entstehenden Ströme entsprechen dieser einfachen und natürlichen Annahme; sie haben dieselbe Richtung wie derjenige Strom, welcher die circulare Magnetisirung schuf und kehren sich daher mit derselben um. Dies gilt ganz unabhängig von der Windungsrichtung der Spirale.

7. Das beschriebene Verhalten ist aber nur der Specialfall eines allgemeineren. Dehnt man eine Spule aus hart gezogenem Eisendraht über ihre natürliche Länge aus, leitet Strom hindurch, öffnet ihn wieder, während sie noch ausgedehnt ist, und lässt sie dann erst in ihre natürliche Gestalt zurückgehen, so ist ihr Verhalten dem einer Nickelspirale viel ähnlicher geworden. Jede Verkürzung der Spule (ob Contraction oder Compression) gibt jetzt Strom nach einer Richtung, jede Dilatation Strom in der entgegengesetzten. Doch gilt dies nur so lange, als die Länge der Spule kleiner ist als diejenige, bei welcher man den magnetisirenden Strom hindurchfliessen liess. Ich will diese als Magnetisirungslänge bezeichnen. Überschreitet man die Magnetisirungslänge, so kehren die Ströme, welche gleichsinniger Dimensionenänderung zugehören, ihr Vorzeichen um.

Nur mit diesem allgemeinsten Fall will ich mich jetzt beschäftigen. Zur Erklärung dieser Ströme reicht wieder die Annahme aus, dass bei der Magnetisirungslänge die circulare Magnetisirung ihren maximalen Betrag besitzt, allgemein wahrscheinlich, dass ein System magnetischer Molecüle, welche durch elastische Kräfte mit einander verbunden sind, und welches bei einer bestimmten Gleichgewichtslage magnetisirt ist, bei jeder elastischen Deformation an der durch die magnetisirende Kraft gewonnenen magnetischen Ordnung verliert. In dieser Form hat der Satz jedenfalls in der Art, wie elastische Nachwirkungen durch elastische Deformationen geändert werden, correspondirende Thatsachen, welche sich auch aus plausibelen An-

nahmen auf theoretischem Wege ableiten lassen. Es erweckt sogar den Anschein, als ob er aus ganz allgemeinen Überlegungen sich ergeben müsse. Wie dem auch sei — die Hypothese genügt jedenfalls den Thatsachen. Macht man die Länge kleiner oder grösser als die Magnetisirungslänge, so entsteht ein Strom, welcher dem ursprünglich magnetisirenden gleich gerichtet ist. Dieser Satz umfasst Alles. Lässt man einen Strom durch eine Spule, sie sei rechts oder links gewunden, während sie die (Magnetisirungs-)Länge L hat, in der Richtung $a \rightarrow b$ gehen, so gibt Abspannen sowohl als Anspannen, wenn man von der Länge L ausgeht, Strom in Richtung $a \rightarrow b$. Sobald ein permanentes Verhalten erreicht ist, die elektrischen Zustände also eindeutig durch andere, z. B. den mechanischen, definirt sind (mit anderen Worten sobald das Princip der Erhaltung der Elektricität gilt), so muss daher geben:

unterhalb der Magnetisirungslänge	oberhalb der Magnetisirungslänge
Contraction Strom $a \rightarrow b$	Dilatation Strom $a \rightarrow b$
Dilatation » $b \rightarrow a$	Contraction » $b \rightarrow a$

8. Wenn die Ströme in Eisen aber von circularer Magnetisirung herrühren, so ist betreffs des Einflusses einer Temperaturänderung Folgendes zu schliessen.

Durch Temperaturerhöhung nimmt jedenfalls die Magnetisirung ab; nun gibt zunehmende circulare Magnetisirung einen dem magnetisirenden entgegengesetzt gerichteten Strom; Erwärmung muss also gleichgerichteten geben. Abkühlung umgekehrt. Dies muss gelten, gleichgültig ob die Spulenlänge grösser, gleich oder kleiner als die Magnetisirungslänge ist; ferner für rechts- und linksgewundene Spiralen und daher auch für gerade ausgestreckte Drähte.

In der That bestätigt dies die Beobachtung, und zwar erhält man im Vergleich zu den durch Deformation entstehenden Strömen recht starke Effecte. Eisendraht ist nach meinen Erfahrungen thermoelektrisch viel homogener als Nickeldraht, so dass die bei letzterem oft auftretenden Schwierigkeiten mir hier nicht entstanden sind. Ehe ich Strom hindurchschickte, prüfte ich, ob die Spule bei Eintauchen in heisses Petroleum einen dauernden Ausschlag am Galvanometer gab. Dies war nicht oder in einem nicht störenden Maasse der Fall; ebenso wenig nach der Einwirkung des Stromes.

Ich gebe einige Beispiele und bemerke, dass jede Spule etwa 2^{m} Draht von $1^{mm}.2$ Durchmesser enthielt. Die natürliche Länge war

11^{cm}; die Temperaturänderung etwa 50°. Der Pfeil bedeutet die Stromrichtung in der Spirale.

Fe. 20. *r* (Rechtsspule).

3 Amp. hindurch → in nat. Länge			Magnetisirend. Strom umgekehrt (←)	
Länge	Nat. Länge	3^{cm} länger		Nat. Länge
Erwärmen . . .	35 →	22 → 19 →	Erwärmen . . .	34 ←
Abkühlen	32 ←	18 ← 15 ←	Abkühlen	30 →

Fe. 20. *l* (Linksspule).

3.5 Amp. hindurch ← in nat. Länge			3.5 Amp. ← im ausgezogenen Zustande
Länge :	Nat. Länge	3^{cm} länger	Magnetisirungslänge
Erwärmen	50 ← 44 ←	32 ←	50 ←
Abkühlen	56 → 44 ←	31 →	45 →

Fe. 21. *l* (Linksspule).

Natürliche Länge = 11^{cm}
5 Amp. ← bei 12^{cm} Länge

Länge =	12^{cm}	15^{cm}	9^{cm}
Erwärmen	68 ←	60 ←	62 ←
Abkühlen	66 →	57 →	62 →

Die Erwärmungsströme und die durch Deformation in circular magnetisirtem Eisen auftretenden stehen, was ihre Richtung betrifft, in keiner gegenseitigen Beziehung zu einander — im Gegensatz zu dem Verhalten von Nickel. In Hinsicht ihrer Grösse sind die Erwärmungsströme bei Eisen verglichen mit den durch Deformation entstehenden viel stärker als bei Nickel.

9. Stellt man mit dem beschriebenen Verhalten des circular magnetisirten Eisens das Verhalten von Nickelspulen zusammen, so ergibt sich mit Bestimmtheit, dass man es mit zwei ganz verschiedenen Erscheinungen zu thun hat.

a) Wäre circulare Magnetisirung die Ursache der Ströme bei Nickel, so sollte man denken, dass man bei diesem Metall besonders leicht mittels eines Stromes, den man hindurchschickt, die circulare Magnetisirung ändern und damit die Effecte ebenso beherrschen könnte, wie bei Eisen. Dies ist aber nicht der Fall. Ströme von der gleichen oder noch grösserer Dichtigkeit, wie diejenigen, welche

das Verhalten von Eisen umkehren, bewirken bei Nickel keine bemerkenswerthe Änderung der Stärke der Deformationsströme (während sie doch durch longitudinale Magnetisirung geändert werden kann).

b) Erwärmungs- und Abkühlungsströme, welche von Circularmagnetismus herrühren, dürfen sich nicht mit dem Sinn der Spulenwickelung umkehren. Bei Eisen hat diese auch thatsächlich keinen Einfluss, wohl aber bei Nickel. Ein gerader Nickeldraht darf keinen Erwärmungsstrom geben; ein gerader, circular magnetisirter Eisendraht muss einen geben.

c) Es ist sogar nicht möglich, eine circular magnetisirte Eisenspirale herzustellen, welche sich nur in Hinsicht auf die Deformationsströme wie ein Nickeldraht verhält. Die Magnetisirungslänge verhindert einen durchgehenden Vergleich. Man könnte nun denken, durch eine passende Wahl derselben (Null oder möglichst gross) lasse sich doch eine Eisenspirale machen, welche sich einer Nickelspirale gleich verhält. Dem ist aber nicht so. Nimmt man nämlich, um die vollkommenste Analogie zu haben, auch auf die beim Stromdurchgang stets entstehende permanente longitudinale Magnetisirung des Eisens Rücksicht (s. den folgenden Paragraphen) und vergleicht eine Eisenspule, durch welche ein starker Strom gegangen war, ohne auf diese ihre Vorgeschichte zu achten, einfach nach Maassgabe von a) der zurückgebliebenen longitudinalen Magnetisirung und b) der auf die Richtung der magnetischen Axe bezogenen Richtung des Dilatationsstromes mit einer longitudinal magnetischen Nickelspule, so ergibt sich, dass eine Eisenspule oberhalb ihrer Magnetisirungslänge sich verhält wie eine Nickelspule. Bei gleicher Magnetisirungsrichtung geben sie gleich gerichteten Dilatationsstrom in gleich gewickelten Spulen. Windet man also, um die kleinste mögliche Magnetisirungslänge zu haben, eine flache Eisenspirale (Uhrfederspirale) und magnetisirt sie circular, so würde man denken können, dass diese, nun zu einer Spule ausgezogen, das Verhalten einer Nickelspirale zeige. Wenn aber der früher angegebene Satz über Magnetisirungslänge auch auf diesen speciellen Fall anwendbar ist, so ergibt sich doch ein wesentlicher Unterschied: zieht man das eine Ende der Uhrfeder aus der Windungsebene heraus, so werden bei Eisen, mag die Bewegung nach rechts oder nach links der Ebene erfolgen, Ströme von gleicher Richtung entstehen müssen; bei Nickel aber entgegengesetzte. — Der Versuch bestätigte diesen Schluss.

Wollte man sagen, Nickel verhalte sich wie Eisen, welches gerade gestreckt und dann (also bei möglichst grosser Magnetisirungslänge) circular magnetisirt ist, so würde sich leicht ein ähnlicher Unterschied herstellen lassen, je nachdem man den geraden Draht

in eine Rechts- oder Linksspule verwandelt. Der Wichtigkeit wegen habe ich auch dies geprüft und bestätigt gefunden.

Es gibt also keine Möglichkeit eine circular magnetisirte Eisenspule herzustellen, welche alle Eigenschaften einer gleich gestalteten Nickelspirale besässe. Dies gilt, selbst wenn man sie nur auf Deformations- oder nur auf Erwärmungsströme hin mit einander vergleicht.

10. Ich habe seither immer in Eisen, durch welches ein starker Strom gegangen war, circulare Magnetisirung vorausgesetzt. Ein directer Beweis für dieselbe existirt nicht. Nun werden Eisenspulen, durch die ein Strom hindurchgeht, auch gleichzeitig longitudinal magnetisch. Ich will, obschon durch die zuletzt erwähnten Versuche eigentlich Alles erledigt ist, doch noch etwas ausführlicher auf die Frage eingehen, ob eine durchgehende Analogie zwischen Nickel- und Eisenspiralen möglich ist, wenn man sie nur auf diese (bei Eisen vom durchgegangenen Strom hergestellte) longitudinale Magnetisirung hin vergleicht.

Da die Magnetisirung, welche die Eisenspirale erhält, derjenigen gleichsinnig ist, die das äussere Feld hervorruft, so ergibt sich Folgendes. Rechts- und Linksspiralen von Eisen verhalten sich einander entgegengesetzt, wenn beide unterhalb oder beide oberhalb der Magnetisirungslänge mit einander verglichen werden und wenn man die Richtung der Deformationsströme auf die Richtung der magnetischen Axe bezieht.

Vergleicht man sie mit gleichsinnig magnetisirten Nickelspiralen, so verhält sich unterhalb der Magnetisirungslänge eine Rechtsspule aus Eisen, wie eine Linksspule aus Nickel und vice versa. Oberhalb der Magnetisirungslänge kehrt sich die Sache wieder um, also dort verhält sich Eisen wie Nickel.

Wir finden damit neue Bestätigungen dafür, dass das äussere Feld die Erscheinungen nicht bedingt.

11. Endlich möge hier noch eine weitere Frage erledigt werden. Hr. G. WIEDEMANN hat in bekannten Versuchen gezeigt, dass ein Magnet, durch welchen man in Richtung seiner Axe einen Strom leitet, je nach der Richtung des Stromes eine Torsion nach links oder nach rechts annimmt. Er sagt:[1] »Befindet sich der Nordpol des magnetisirten Drahtes oberhalb, und durchfliesst ihn der hindurchgeleitete Strom von oben nach unten, so tordirt sich das untere freie Ende desselben (von oben gesehen) in der Richtung der Bewegung des Uhrzeigers.« Zur Erklärung dieser und verwandter Erscheinungen

[1] Galvanismus, III. Bd. p. 689. 3. Aufl.

nimmt Hr. Wiedemann eine spiralige Anordnung der einzelnen Fasern eines derartig tordirten Drahtes an. — Es liegt nahe, weiter zu schliessen, dass bei unseren Versuchen gewissermaassen eine einzelne solche Spiralfaser herausgeschnitten sei und dass diese die von uns benutzte Spule darstellt. Fragen wir, ob eine solche Vorstellung zutreffend sein kann. Im speciellen angeführten Falle wären die vorher geraden Magnetfasern in eine Rechtsspule übergegangen. Leitet man durch eine rechts gewundene Nickelspirale einen Strom vom Nordpol zum Südpol, so würde er die Spule dilatiren. Wenn eine Dilatation aber überhaupt eine Drehung des unteren, frei gedachten Endes bedingt (während das obere eingeklemmt ist), so kann diese Drehung nur in einem Aufwickeln der Spule bestehen. Dies gäbe aber eine Bewegung gegen den Sinn der Uhrzeigerdrehung (von oben gesehen). Auf Nickelspulen ist also diese Erklärung nicht anwendbar. Das Resultat ist in Übereinstimmung damit, dass die Bewegungen bei Nickel überhaupt entgegengesetzt den aus elektromagnetischen Wirkungen folgenden sind.

Auf eine Eisenspule unterhalb der Magnetisirungslänge könnte die Erklärung übertragbar sein; sie würde dagegen nicht mehr passen für eine solche oberhalb der Magnetisirungslänge.

12. Es bleibt noch eine Erscheinung zu besprechen: die starken Ströme, welche in Nickel beim Durchgang durch einen Drahtzug auftreten. Diese scheinen auf den ersten Blick ein sprechender Beweis für die Entstehung einer circularen Magnetisirung zu sein. In der That vermuthete ich anfangs einen directen Zusammenhang derselben mit den Deformations- oder Erwärmungsströmen. Dem widerspricht aber die Thatsache, dass in geraden Nickeldrähten Ströme bei Temperaturänderung nicht beobachtet werden. Ich glaube, man hat ihre Erklärung auf ganz anderem Boden zu suchen und es ist ein rein äusserer Zusammenhang, dass ich auf dieselben bei diesen Versuchen aufmerksam wurde. Sie gehören meiner Ansicht nach zu den freilich selbst noch räthselhaften, aber thatsächlich längst bekannten Strömen, welche durch Aneinanderlegen eines warmen und eines kalten Drahtes vom gleichen Metall im ersten Moment entstehen. Der Nickeldraht wird beim Durchgang durch den Drahtzug sehr heiss; nach der einen Seite fällt seine Temperatur langsam, nach der anderen rasch ab. Der Strom ging stets gegen die Zugrichtung, d. h. von warm durch die Stelle, wo der Temperatursprung liegt, nach kalt. Mit dieser Auffassung stimmt es überein, dass ich beim Anlegen eines warmen Nickeldrahtes an einen kalten stets einen ebenso gerichteten Strom erhielt, obschon ich die Stücke und ihre Formen an der Contactstelle durch Biegen in der mannigfachsten Weise variirte. Es

war mir dies um so auffallender, als Nickel im Übrigen, wie erwähnt, thermoelektrisch nicht sehr homogen ist.

13. In meiner ersten Abhandlung habe ich angeführt, dass der Widerstand einer Nickelspirale durch Ausziehen wächst. Für die geringfügigen Änderungen, welche die einzelnen Volumelemente durch die elastische Deformation dabei erleiden, ist die Zunahme auffallend gross. In circular-magnetisirtem Eisen (selbst wenn es seinen Magnetismus dabei sehr stark ändert) habe ich Widerstandsänderungen mit den verhältnissmässig rohen Beobachtungsmitteln, welche bei Nickel schon ausreichen, nicht nachweisen können. Sie sind auch dort wahrscheinlich vorhanden aber jedenfalls viel kleiner.

14. Die im vorstehenden Aufsatz beschriebenen Versuche geben keine Erklärung der an Nickel gefundenen Erscheinungen. Sie beweisen aber, dass dieselben aus keiner wohlbekannten elektromagnetischen Wirkung abgeleitet werden können; eine Anzahl weiterer Beweise für dieselbe Sache habe ich bei Seite gelassen, da die angeführten ausreichen dürften. — Man wird daher einstweilen die Fähigkeit, Deformationsströme u. s. w. zu liefern, als eine neue Eigenschaft, wenigstens des Nickels, wahrscheinlich magnetischer Stoffe überhaupt, betrachten müssen. Meiner Auffassung nach liegt die Sache so. Mechanische Kräfte, wie sie beim Durchpressen durch einen Drahtzug entstehen, versetzen Nickel in einen Zustand, der es zur Erzeugung von Deformations- und Erwärmungsströmen geeignet macht. Dieselbe Eigenschaft erhält es durch die »moleculare Umlagerung«, welche der Magnetismus bewirkt. In Nickel haben wir die neue Erscheinung relativ rein vor uns. Circulare Magnetisirung, welche bis zu einem gewissen Grade ähnliche Wirkungen liefern kann, ist entweder überhaupt nicht vorhanden oder so wenig störend, dass sie die Haupterscheinung nicht verdeckt. Anders in Eisen. Hier ist gerade die circulare Magnetisirung sehr störend. Die vorstehende Arbeit gibt aber Mittel an die Hand, die Deformationsströme von den durch circulare Magnetisirung hervorgerufenen Inductionswirkungen zu trennen.

Da die Erscheinungen offenbar mit der Eigenschaft der Stoffe, starke magnetische Erregungen anzunehmen, in engem Zusammenhang stehen, so kommen wir vielleicht umgekehrt von den Deformationsströmen aus einem Aufschlusse darüber näher: worin die bei einzelnen Körpern so räthselhaft stark hervortretende Fähigkeit, magnetisch polarisirbar zu sein, eigentlich bestehen mag.

Über die physikalisch zu erklärenden Erscheinungen, welche am Dotter des Hühnereies bei der mikroskopischen Untersuchung sichtbar werden.

Von Dr. Hans Virchow
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Waldeyer.)

Die in der Sitzung der Akademie vom 12. Juli gelesene Arbeit von G. Quincke bietet die physikalische Grundlage für die Erklärung mancher Erscheinungen, welche am Dotter des Hühnereies bei frischer Untersuchung, und besonders bei der Untersuchung nach Einwirkung von Reagentien sichtbar werden.

Im Dotter kommt ein Eiweisskörper (Vitellin) und ein fettartiger Körper vor, welch letzterer, aus dem Alkoholextract dargestellt, in seinem mikroskopischen Verhalten Übereinstimmung zeigt mit einem im Körper weit verbreiteten Stoff, Myelin (R. Virchow Archiv f. path. Anat. Bd. 6 S. 259). Der fettartige Körper ist in die durch den Eiweisskörper gebildeten Kugeln eingeschlossen.

Für die mikroskopische Beobachtung liegt nun die Frage vor: in welcher Form ist der fettartige Körper in den Dotterkugeln enthalten? eine Frage, die sich nach den localen (gelber und weisser Dotter) und zeitlichen Differenzen (die einzelnen Tage vom Beginne der Bebrütung bis zum vierten Tage nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei) in Unterfragen spaltet; und die zweite Frage: wie weit werden durch die Reagentien Kunstproducte erzeugt, und wie kommen dieselben zu Stande?

Für ein Urtheil in diesen Richtungen ist die physikalische Betrachtung eine nothwendige Vorbedingung, ein Glied, welches in der Kette der histiogenetischen und chemischen Betrachtungen fehlt. In der Regel ist man nicht genöthigt, bei der Deutung histiologischer Bilder diese Seite besonders hervorzuheben, da sich das, was in dieser Richtung zu sagen wäre, »von selbst versteht«. Hier aber sind die Bilder, welche durch die Einwirkung der Reagentien ent-

stehen, so abweichend von dem Bilde des unveränderten Dotters, sie enthalten Züge, welche so sehr an organisirte Bildungen erinnern, dass man sich, um vor Irrthümern geschützt zu sein, mit den Bildern in der Weise bekannt machen muss, dass man ihre Entstehung beobachtet.

Zunächst ist hier eine Bemerkung über die Farbe zu machen. Gelben Dotter kann man für die makroskopische Betrachtung sofort in »weissen« verwandeln, wenn man ihn mit etwas Wasser verrührt. Es wird dadurch selbstverständlich nicht der Unterschied zwischen gelbem und weissem Dotter in mikroskopischer Hinsicht verwischt, nur nahegelegt, dass man bei der Deutung auf Grund des makroskopischen Aussehens nicht eine Verwechselung mache, wie das z. B. geschieht bei der hergebrachten Wendung: »im Laufe der Bebrütung nimmt die Menge des weissen Dotters zu«.

Indessen diejenigen Erscheinungen, zu deren Beachtung die Arbeit von Quincke anregt, sind diejenigen, welche bedingt sind durch die gegenseitige Berührung von Flüssigkeiten verschiedener Natur und Oberflächenspannung. Bei dem Arbeiten mit unseren Methoden compliciren sich diese Erscheinungen mit denen der Quellung und Schrumpfung. Wir müssen sogar immer noch die weitere Frage im Auge behalten, ob nicht, z. B. bei der Behandlung mit Alkohol, neben den physikalischen Erscheinungen gleichzeitig chemische Veränderungen einhergehen. Doch glaube ich, dass bei den Angaben, welche ich über das Verhalten des fettartigen Körpers machen will, diese Complication fortfällt.

Hier mögen nun die hauptsächlich in Betracht kommenden Sätze von G. Quincke angeführt werden. Quincke hat nachgewiesen, »wie ein Tropfen Öl in einer verdünnten Sodalösung durch fortwährende Bildung von Seife, Auflösung der Seife, Ausbreitung der gebildeten Seifenlösung an der Grenze von Öl und wässeriger Flüssigkeit und Wiederholung dieses Vorganges Formänderungen zeigt, die mit denen einer Amöbe grosse Ähnlichkeit haben«.

»Ähnlich wie Sodalösung wirken alle Arten Eiweiss«. »Ein Tropfen Eiweiss in eine flache Blase von Mandelöl, Rapsöl, Leberthran gebracht, die im Wasser unter einem Planglas liegt, bildet in der Kuppe der Ölblase eine kleinere Blase, die ihre Gestalt ändert und binnen 1 bis 2 Minuten sich plötzlich an der Oberfläche der Ölblase ausbreitet. Die Ölblase wird dabei niedriger und breiter«.

»Unter Umständen werden auch einzelne kleinere Ölkugeln von der grösseren Ölblase abgespalten«.

»Der Grund dieser Ausbreitung ist in einer Substanz zu suchen, die durch Einwirkung des Eiweiss auf das Öl entsteht, sich in Wasser löst und ausbreitet«

Ferner macht Quincke Angaben über die Erscheinungen, welche auftreten, wenn man Ölkugeln in Wasser thut und an die Grenzfläche beider Sodalösung oder auch Eiweiss oder verdünnten Alkohol bringt, wobei gleichfalls eigenthümliche Gestaltveränderungen der Ölkugeln stattfinden.

Derartige Erscheinungen müssen natürlich nach der Natur der zur Berührung gebrachten Flüssigkeiten sehr wechseln, und so ist es auch gegenüber dem fettartigen Körper der Dotterkugeln.

Da die Dotterkugeln bei der Untersuchung im frischen Zustande mit Zusatz von Wasser oder Kochsalzlösung sich durch Verquellen zum grossen Theile auflösen, so ist es nothwendig, das Eiweiss vorher zu fixiren und es dadurch gewissermaassen unschädlich zu machen, wenn man diejenigen Bilder studiren will, welche durch die Berührung des fettartigen Körpers mit andern Flüssigkeiten erzeugt werden. Man erreicht das durch Kochen oder Alkohol oder Sublimat; Säuren dürfen nicht angewendet werden, da sie die Quellung begünstigen. Es findet auch durch den Alkohol, wenn man ihn 24 Stunden auf den Dotter einwirken lässt, keine Extraction oder Fixirung des fettartigen Körpers statt, wie die nachfolgende Untersuchung zeigt.

1. Alkoholdotter (der vom Eiweiss befreite Dotter wurde, umschlossen von der Dotterhaut, 24 Stunden hindurch der Einwirkung von Alkohol ausgesetzt). — Eine Probe, einige Millimeter unter der Oberfläche entnommen, zeigt die in ihren eckigen Formen fixirten Dotterkugeln; farblose fettglänzende Tropfen sitzen ihrer Oberfläche auf. Bei längerer Beobachtung in Alkohol treten noch weitere Tropfen hervor, welche zum Theil frei werden, sich auch zum Theil am Objectträger oder Deckglas ansetzen und sich hier öfters flach ausbreiten. Untersucht man in Wasser, so legen sich die Tropfen noch flacher an das Glas an bez. an die Oberfläche der Kugeln; es können sich eine vollkommene Umhüllung der Kugeln oder zierliche Netze auf ihrer Oberfläche bilden, welche sich durch Osmiumsäure fixiren lassen.

Erklärung: durch die verhältnissmässig grosse Cohaesionstendenz zwischen dem fettartigen Körper und Alkohol, unterstützt durch den Druck, welcher bei der Schrumpfung der Dotterkugeln entsteht, wird der Austritt der Tropfen veranlasst.

Der Alkoholdotter bietet aber zuweilen auch ein ganz anderes Bild, nämlich in den tieferen Schichten, in welchen sich die Alkoholwirkung nicht so eingreifend vollzogen hat. Man findet dort an den gleichfalls eckig fixirten Kugeln eine hellere Aussenschicht um die dunklere durch eine runde Linie begrenzte Mitte. Bei der Untersuchung in starkem Alkohol treten an der Oberfläche der Kugeln

Tropfen auf, und man sieht oft diese Tropfen, lang ausgezogen, durch die Aussenschicht hindurchschlüpfen.

Erklärung: der verdünnte Alkohol übt auf die fettartige Substanz eine abstossende Wirkung und veranlasst das Zurückweichen derselben nach der Mitte der Kugel.

Behandelt man ein mikroskopisches Praeparat des Alkoholdotters mit Eisessig, so steigert sich, während die Kugeln quellen, der Austritt von Tropfen und diese fliessen zu grösseren Tropfen zusammen, wobei öfters kleine Kügelchen bez. Tröpfchen in die grossen Tropfen hineingerathen und darin lebhaft umherfahren. Behandelt man Alkoholdotter mit Kalilauge von 35 Procent, so findet gleichfalls Aufquellung der Kugeln und Bildung grösserer Tropfen statt. Salzsäurehaltiger Alkohol erzeugt die Quellung der Kugeln nicht oder doch nur sehr langsam. Im Alkoholdotter ist also das Eiweiss geronnen und wird nur durch stärkere Säure- oder Alkaliwirkung schnell zum Quellen gebracht; der fettartige Körper dagegen ist weder fixirt noch extrahirt.

2. Gekochter Dotter (das Ei wurde $^1/_2$ Stunde gekocht). — Aus den eckig fixirten, durch gleichmässige Körnelung getrübten Kugeln wird eine fettartige Masse durch Einwirkung starken Alkohols erst allmählich hervorgelockt, und zwar tritt dieselbe hauptsächlich an der dem Beschauer zugewendeten also oberen Seite in wenigen breiten buckligen Figuren aus.

3. Sublimatdotter (der Dotter, von der Dotterhaut umhüllt, wurde 24 Stunden mit concentrirter Sublimatlösung behandelt). — Die eckig fixirten Dotterkugeln zeigen nur zum Theil fettartige Tropfen an ihrer Oberfläche, grösstentheils sind sie von gleichmässiger Granulirung ganz erfüllt. Bei der Einwirkung von Alkohol treten in den Kugeln und zwar zunächst in der Oberflächenschicht kleine glänzende Tropfen auf; dieselben vergrössern sich durch Zusammenfliessen, dann springen sie halbkuglig über die Oberfläche hervor. In diesem Stadium bietet die Kugel, welche auf ihrer ganzen Oberfläche von den halbkugligen glänzenden Vorsprüngen bedeckt ist, ein eigenthümliches Aussehen. Im Innern der Prominenzen sieht man oft glänzende Kügelchen mit dem Aussehen von Vacuolen.

Die vorliegenden Mittheilungen geben eine Reihe von Erscheinungen, welche im Wesentlichen durch den fettartigen Körper der Dotterkugeln bedingt sind. Dabei spielen Schrumpfungen und Quellungen eine gewisse Rolle, aber es bleibt ein Bestandtheil in diesen Erscheinungen übrig, welcher auf die Oberflächenberührung des fettartigen Körpers mit Alkohol, mit Wasser und mit festen Substanzen (Glas und fixirten Dotterkugeln) zurückzuführen ist.

Zweifellos sind gewisse Züge in den Bildern, welche man durch die gebräuchlichen Untersuchungsmethoden am Dotter gewinnt, hier in entsprechender Weise entstanden, doch ist nicht genau zu sagen, wie weit das geht, da ja die Methoden, insbesondere die Dauer und Reihenfolge der technischen Eingriffe, wechseln.

In der Frage, in welcher Form die fettartige Substanz in den Kugeln des gelben Dotters (und nur auf diese bezieht sich die vorliegende Mittheilung) enthalten sei, bin ich zu keiner endgültigen Meinung gelangt. Sicher ist sie in allen Theilen der Kugel enthalten; dass sie daselbst in Form feiner Tröpfchen vorliegt, würde nach Analogie der Übergangsformen zwischen den Kugeln des gelben und weissen Dotters wahrscheinlich sein, bei denen ja eine grössere Anzahl von Tropfen verschiedener Grösse beobachtet wird. Es kann aber auch sein, dass sie in den typischen Kugeln des gelben Dotters in gelöster Form, gemischt mit dem Eiweiss vorhanden ist. Denn es ist möglich, dass ein Theil derjenigen Körnchen, welche man an diesen Kugeln sieht, und mithin, dass sie alle einer eiweissartigen Substanz angehören. Hierfür könnten manche der Bilder des Alkoholdotters sprechen, bei denen ja, während sich die fettartige Substanz auf das Innere zurückzog, eine Aussenschicht abgesetzt wurde. Und diese war nicht homogen sondern körnchenhaltig. Es könnten aber auch manche der Quellungsbilder dafür sprechen, welche durch Essigsäure erhalten wurden, z. B. das Quellungsbild des Sublimatdotters. Bei diesem traten fettartige Tropfen wie Perlen an der Oberfläche hervor; gleichzeitig dehnte sich die Kugel um das Doppelte ihres Durchmessers, wobei kleine isolirt bleibende und klein bleibende Körnchen in derselben auseinander rückten, auch theilweise in Gruppen vereinigt blieben. Jedesfalls sprechen die Erscheinungen der Alkoholbehandlung, gleichviel ob der Dotter durch Kochen oder Alkohol oder Sublimat fixirt ist, dafür, dass Eiweiss in allen Theilen der Kugel enthalten ist, dass die Kugel so zu sagen in ihrer Gestalt durch den Eiweisskörper bestimmt ist.

Zur Theorie der allgemeinen complexen Zahlen und der Modulsysteme.

Von L. Kronecker.

(Vorgetragen am 12. April [s. oben S. 425].)

(Fortsetzung.)

XXXV. Die im art. XXXI auseinandergesetzte Methode der Bezeichnung lässt sich nicht bloss auf Zahlen und Systeme von Zahlen, sondern auch auf andere Objecte anwenden. Wird die Composition einer Linien- oder Zeit-Länge, eines Körper-Volumens oder -Gewichts aus zwei anderen irgendwie den Compositionsbedingungen $(\mathfrak{C}')$, $(\mathfrak{C}'')$ gemäss definirt, so kann jedes Object der bestimmten Art durch einen Index so bezeichnet werden, dass der Composition die Addition der Indices entspricht. Beim Messen und Wägen wird nun in der That ein Verfahren der Längen-Volumen- und Gewichts-Composition angewendet, welches jenen beiden Bedingungen genügt, und es rechtfertigt sich damit jene Bezeichnungsweise durch Maass- und Gewichts-Zahlen, bei welcher die dem Resultate der Composition zukommende Zahl durch Addition derjenigen gebildet wird, welche zur Bezeichnung der einzelnen mit einander componirten Objecte dienen.

Dies ist in der Abhandlung des Hrn. von Helmholtz, welche unter dem Titel »Zählen und Messen« in den »Philosophischen Aufsätzen« erschienen ist[1], näher auseinandergesetzt.

Die a. a. O. in dem Commutationsgesetz und Associationsgesetz enthaltenen Bedingungen sind mit den Bedingungen $(\mathfrak{C}'')$ und $(\mathfrak{C}')$ gleichbedeutend. Denn während diese in den Aequivalenzen:

$$(\mathfrak{C}'') \qquad \theta\big((\mathfrak{z}),(\mathfrak{z}')\big) \sim \theta\big((\mathfrak{z}'),(\mathfrak{z})\big)$$

$$(\mathfrak{C}') \qquad \theta\Big((\mathfrak{z}),\theta\big((\mathfrak{z}'),(\mathfrak{z}'')\big)\Big) \sim \theta\Big((\mathfrak{z}'),\theta\big((\mathfrak{z}),(\mathfrak{z}'')\big)\Big)$$

bestehen, lassen sich jene durch die Aequivalenzen:

[1] Philosophische Aufsätze. Eduard Zeller zu seinem fünfzigjährigen Doctor-Jubiläum gewidmet. Leipzig 1887.

$$(\mathfrak{E}'') \qquad \theta\big((\mathfrak{z}),(\mathfrak{z}')\big) \backsim \theta\big((\mathfrak{z}'),(\mathfrak{z})\big)$$

$$(\mathfrak{E}''') \qquad \theta\Big((\mathfrak{z}),\theta\big((\mathfrak{z}'),(\mathfrak{z}'')\big)\Big) \backsim \theta\Big(\theta\big((\mathfrak{z}),(\mathfrak{z}')\big),(\mathfrak{z}'')\Big)$$

darstellen. Nun ist vermöge der Bedingung ($\mathfrak{E}''$):

$$(\mathfrak{E}_1) \qquad \theta\Big((\mathfrak{z}),\theta\big((\mathfrak{z}'),(\mathfrak{z}'')\big)\Big) \backsim \theta\Big((\mathfrak{z}),\theta\big((\mathfrak{z}''),(\mathfrak{z}')\big)\Big),$$

ferner vermöge der Bedingung ($\mathfrak{E}'$):

$$(\mathfrak{E}_2) \qquad \theta\Big((\mathfrak{z}),\theta\big((\mathfrak{z}''),(\mathfrak{z}')\big)\Big) \backsim \theta\Big((\mathfrak{z}''),\theta\big((\mathfrak{z}),(\mathfrak{z}')\big)\Big),$$

endlich vermöge der Bedingung ($\mathfrak{E}''$):

$$(\mathfrak{E}_3) \qquad \theta\Big((\mathfrak{z}''),\theta\big((\mathfrak{z}),(\mathfrak{z}')\big)\Big) \backsim \theta\Big(\theta\big((\mathfrak{z}),(\mathfrak{z}')\big),(\mathfrak{z}'')\Big),$$

und aus der Verbindung dieser drei Aequivalenzen ($\mathfrak{E}_1$), ($\mathfrak{E}_2$), ($\mathfrak{E}_3$) resultirt unmittelbar die Aequivalenz ($\mathfrak{E}'''$), welche sich demnach als eine Folge der Aequivalenzen ($\mathfrak{E}'$), ($\mathfrak{E}''$) erweist. Andrerseits ist vermöge der Bedingung ($\mathfrak{E}'''$):

$$(\mathfrak{E}_4) \qquad \theta\Big((\mathfrak{z}),\theta\big((\mathfrak{z}''),(\mathfrak{z}')\big)\Big) \backsim \theta\Big(\theta\big((\mathfrak{z}),(\mathfrak{z}'')\big),(\mathfrak{z}')\Big),$$

und vermöge der Bedingung ($\mathfrak{E}''$)

$$(\mathfrak{E}_5) \qquad \theta\Big(\theta\big((\mathfrak{z}),(\mathfrak{z}'')\big),(\mathfrak{z}')\Big) \backsim \theta\Big((\mathfrak{z}'),\theta\big((\mathfrak{z}),(\mathfrak{z}'')\big)\Big).$$

Die Verbindung der drei Aequivalenzen ($\mathfrak{E}_1$), ($\mathfrak{E}_4$), ($\mathfrak{E}_5$) führt aber ganz unmittelbar zu der Aequivalenz ($\mathfrak{E}'$), und diese kann daher als eine Consequenz der beiden Aequivalenzen ($\mathfrak{E}''$), ($\mathfrak{E}'''$) oder der Geltung des Commutations- und Associations-Gesetzes angesehen werden.

Hr. von Helmholtz geht a. a. O. vom Begriffe der »physischen Gleichheit« aus und formulirt das Ergebniss folgendermaassen: »Eine physische Verknüpfungsweise von Grössen gleicher Art kann als Addition angesehen werden, wenn das Ergebniss der Verknüpfung, als Grösse derselben Art verglichen, nicht geändert wird, weder durch Vertauschung der einzelnen Elemente unter sich, noch durch Vertauschung von Gliedern der Verknüpfung mit gleichen Grössen gleicher Art.«

Substituirt man für den Begriff der »physischen Gleichheit« gemäss den Darlegungen im art. XXXI den der »Aequivalenz von Objecten in Beziehung auf das Compositionsverfahren«, und für den Begriff der »physischen Verknüpfung« den allgemeineren der »Composition«, welcher von Gauss, eigenthümlich und zugleich für andere Anwendungen vorbildlich specialisirt, in die reine Mathematik ein-

geführt und dadurch classisch geworden ist,[1] so deckt sich mit dem citirten Ergebniss der Sache nach dasjenige vollkommen, welches hier aus der allgemeineren, im art. XXXI entwickelten Deduction abgeleitet worden ist. Nur ein formaler Unterschied besteht darin, dass nach Hrn. von Helmholtz die Composition selbst »als Addition angesehen werden kann«, während in den obigen Ausführungen der Begriff der Addition ausschliesslich in dem engeren, auf die Rechnung mit Zahlen beschränkten Sinne angewendet ist.

Auf die specielleren von Hrn. von Helmholtz behandelten Arten der Composition konnte freilich in ebenso natürlicher als sachgemässer Weise die Bezeichnung »Addition« übertragen werden, zumal beim Messen und Wägen wirkliches Addiren, in der ursprünglichen weiteren (nicht technischen) Bedeutung des Wortes stattfindet. Aber die allgemeine Composition der Systeme von Grössen oder Objecten, wie sie im art. XXXI durch die Bedingungen ($\mathfrak{C}'$) und ($\mathfrak{C}''$) charakterisirt ist, kann nicht füglich als »additiv« bezeichnet werden; denn bei vielen darunter fallenden speciellen Arten der Composition würde es durchaus unpassend sein, die Addition der Elemente der Bezeichnungen[2] auf die Objecte oder die Grössen selbst zu übertragen. So wäre es offenbar unstatthaft, die Multiplication zweier ganzer Zahlen, die ja immer in der Form:

$$p_1^{h_1} p_2^{h_2} p_3^{h_3} \ldots, \quad p_1^{k_1} p_2^{k_2} p_3^{k_3} \ldots$$

dargestellt werden können,[3] deshalb als »Addition« zu bezeichnen, weil das Product der beiden durch die Indexsysteme:

$$(h_1, h_2, h_3, \ldots), \quad (k_1, k_2, k_3, \ldots)$$

charakterisirten Zahlen durch das Indexsystem:

$$(h_1 + k_1, h_2 + k_2, h_3 + k_3, \ldots)$$

charakterisirt wird, dessen Elemente durch Addition der Elemente der beiden Factoren gebildet werden. Auch wäre es wohl kaum statthaft, die Composition der Classen quadratischer Formen geradezu als »additiv« zu bezeichnen,[4] obwohl Gauss nicht nur allgemein das

---

[1] Vergl. die Eingangsworte im art. 234 von Gauss Disqu. arithm., welche so lauten: Postquam haec de formis in classes genera et ordines distribuendis praemisimus, proprietatesque generales quae ex his distinctionibus statim defluunt explicavimus, ad aliud argumentum gravissimum transimus a nemine hucusque attactum, de formarum compositione.

[2] Vergl. den mit (R) bezeichneten Schlusssatz im art. XXXI.

[3] Vergl. den Anfang des art. XXXII.

[4] Dass die Composition der Classen quadratischer Formen vielmehr den Charakter einer Multiplication an sich trägt, zeigt sich bei der Zerlegung der Formen in ihre Linearfactoren und bei Benutzung der Modulsysteme (vergl. § 21, V meiner Festschrift zu Hrn. Kummer's Doctorjubiläum).

Zeichen der Addition als Symbol der Composition angewendet, sondern auch für den speciellen Fall der Composition von Classen mit sich selbst die Ausdrücke »Duplication, Triplication« der Classen eingeführt hat.[1]

Erscheint es nun einerseits als ein Nachtheil, dass bei den allgemeineren Arten der Composition die Bezeichnung »additiv« entbehrt werden muss, so liegt doch andrerseits darin, dass der technische Ausdruck »Addition« auf seine specielle Bedeutung für die Zahlen beschränkt bleibt, ein gewisser Vortheil. Denn die Übertragung der bei der Rechnung mit Zahlen gebräuchlichen Ausdrücke auf analoge Begriffe giebt leicht zu irrthümlicher Übertragung auch solcher Eigenschaften Veranlassung, welche sich bei den anderen Begriffen nicht mehr vorfinden,[2] und durch Erweiterung der Bedeutung technischer Ausdrücke wird die Praecision der Darstellung wesentlich erschwert. Der wissenschaftliche Gewinn, welchen unstreitig die Erkenntniss von Analogien bringt, darf nicht durch den Verlust an Kenntniss der Unterschiede beeinträchtigt werden, welcher in der Regel mit der Identificirung der Wortbezeichnung verbunden ist.

XXXVI. Denkt man sich an Stelle der Reihe $(\mathfrak{z}), (\mathfrak{z}'), (\mathfrak{z}''), (\mathfrak{z}'''), \ldots$ des art. XXXI eine Reihe physisch gegebener Objecte $O, O', O'', O''', \ldots$, welche in der dort charakterisirten Weise mit einander componirt werden können, z. B. eine Reihe Volumina, von denen je zwei mit einander vereinigt und dann mit einem dritten verglichen werden können, so kann man gemäss den Ausführungen a. a. O., von irgend einem der Objecte $O^{(1)}$ ausgehend, alle diejenigen durch ganze oder gebrochene Indices bezeichnen, welche — in der gewöhnlichen Ausdrucksweise — mit $O^{(1)}$ selbst commensurabel sind. Der Index $\left(\frac{m}{n}\right)$ wird dann einem Objecte $\overline{O}$ beigelegt, wenn die Composition von n mit $\overline{O}$ aequivalenten Objecten und diejenige von m mit $O^{(1)}$ aequivalenten Objecten Resultate ergeben, welche im Sinne der Aequivalenz mit einander übereinstimmen. Es braucht also nicht die Möglichkeit der Decomposition,[3] sondern nur die der Composition vorausgesetzt zu werden, und die Möglichkeit der »Vergleichung« nur in dem Sinne, dass entschieden werden kann, ob zwei Objecte einander aequivalent sind oder nicht.

Dabei ist hervorzuheben, dass eine und dieselbe Reihe von Objecten je nach den verschiedenen Arten der Composition, welche statthaft

---

[1] Disquisitiones arithmeticae, art. 249.
[2] Dasselbe gilt für die Übertragung von Begriffen vom Endlichen auf Unendliches.
[3] z. B. nicht die Theilbarkeit der Maasse.

sind, verschiedene Zahlbezeichnungen bekommen kann. So hat sich im art. XXXII gezeigt, dass die positiven ganzen Zahlen $n = 1, 2, 3, \ldots M$ bei mutiplicativer Composition, als Zahlbezeichnungen die Indexsysteme $(z_1, z_2, z_3, \ldots)$ bekommen, deren Elemente durch die Exponenten der verschiedenen Primzahlpotenzen in dem Ausdruck:

$$n = p_1^{z_1} p_2^{z_2} p_3^{z_3} \ldots$$

gebildet werden.

Ordnet man die Objecte nach der Reihenfolge ihrer Indices, d. h. dergestalt, dass, wenn $mn' < m'n$ ist, das Object mit dem Index $\left(\frac{m}{n}\right)$ demjenigen mit dem Index $\left(\frac{m'}{n'}\right)$ vorangeht, so gehört in den Fällen, wo die Indices Maass- und Gewichts-Zahlen repraesentiren, der kleinere Index einem physisch kleineren Objecte an. Die Vergleichung verschiedener Objecte in Beziehung auf ihre physische Grösse lässt sich also theoretisch auf die Vergleichung ihrer Indices zurückführen, wenn auch praktisch schon bei der Bestimmung dieser Indices, nämlich bei der dazu erforderlichen Entscheidung über die Aequivalenz, Methoden verwendet werden, welche entscheiden lassen, ob das eine der zu vergleichenden Objecte grösser oder kleiner ist als das andere.

Wenn andrerseits die allgemeine Möglichkeit der Vergleichung je zweier Objecte in Beziehung auf ihre physische Grösse gegeben und also direct zu entscheiden ist, sowohl ob eines der Objecte dem andern gleich, als auch ob das eine grösser ist als das andere; so ist die nothwendige Bedingung für die Anwendbarkeit der im V. Buche von EUKLID's Elementen unter Nr. 5 aufgestellten Definition[1] erfüllt. Dieser Definition gemäss heissen nämlich — bei Benutzung der obigen Bezeichnungen — O_1 und O_2 »in demselben Verhältnisse zu einander stehend« wie O_3 und O_4, wenn für alle Zahlenpaare:

$$(m, n), \ (\mu, \nu), \ (\mathfrak{m}, \mathfrak{n}),$$

wofür:

$$O_1^{(m)} \text{ gleich } O_2^{(n)}, \ O_1^{(\mu)} \text{ grösser als } O_2^{(\nu)}, \ O_1^{(\mathfrak{m})} \text{ kleiner als } O_2^{(\mathfrak{n})}$$

ist, zugleich:

$$O_3^{(m)} \text{ gleich } O_4^{(n)}, \ O_3^{(\mu)} \text{ grösser als } O_4^{(\nu)}, \ O_3^{(\mathfrak{m})} \text{ kleiner als } O_4^{(\mathfrak{n})}$$

wird. Dabei ist nur nöthig, dass sowohl jedes der beiden Objecte O_1, O_2 als auch jedes der beiden Objecte O_3, O_4 mit sich selbst und mit dem andern componirt werden kann. Aber die Möglichkeit der

[1] Vergl. S. 2 des zweiten Bandes der HEIBERG'schen Ausgabe (Leipzig 1884).

Composition eines der ersten beiden Objecte mit einem der letzteren ist nicht erforderlich.

Die EUKLIDische Definition jener als »Proportion« (ἀναλογία) bezeichneten, symbolisch durch:

$$O_1 : O_2 = O_3 : O_4$$

dargestellten Beziehung zwischen O_1, O_2, O_3, O_4 bezweckt und ermöglicht auch für incommensurable Grössen die Aufstellung von Proportionen, z. B. derjenigen, wonach die Peripherien verschiedener Kreise in demselben Verhältnisse zu einander stehen, wie ihre Durchmesser, und auch der folgenden:

Kreisperipherie : Durchmesser = Kreisfläche : Halbmesserquadrat.

Doch wird eben nur der Begriff der Proportion, nicht der Begriff des Verhältnisses, bei EUKLID mathematisch fixirt,[1] und es ist auch nichts anderes erforderlich, als die in der Proportion enthaltene Beziehung zweier Grössen zu zwei anderen zu praecisiren.

In der That braucht man nur gemäss den im art. XXX enthaltenen Entwickelungen das System zweier Grössen $(\mathfrak{z}_1, \mathfrak{z}_2)$ selbst, nicht irgend ein »Verhältniss« oder eine Beziehung von $\mathfrak{z}_1$ zu $\mathfrak{z}_2$, der Betrachtung zu Grunde zu legen und den Begriff der Aequivalenz zweier Systeme:

$$(\mathfrak{z}_1, \mathfrak{z}_2) \sim (\mathfrak{z}_3, \mathfrak{z}_4)$$

so zu fixiren, dass deren Bestehen an das der Proportion:

$$\mathfrak{z}_1 : \mathfrak{z}_2 = \mathfrak{z}_3 : \mathfrak{z}_4$$

gebunden ist. Alsdann sind alle diejenigen Systeme:

$$(c\mathfrak{z}_1, c\mathfrak{z}_2),$$

welche man erhält, indem man c einen beliebigen Werth beilegt, einander aequivalent, und es ist auch andrerseits jedes dem Systeme $(\mathfrak{z}_1, \mathfrak{z}_2)$ aequivalente System unter den Systemen $(c\mathfrak{z}_1, c\mathfrak{z}_2)$ enthalten. Der Quotient $\frac{\mathfrak{z}_1}{\mathfrak{z}_2}$, oder irgend eine ganze oder gebrochene lineare Function desselben, ist die einzige »Invariante« jener Aequivalenz, und diese ist es, durch welche der »Werth des Verhältnisses« $\mathfrak{z}_1 : \mathfrak{z}_2$ dargestellt wird.

Fasst man x, y als rechtwinklige Coordinaten eines Punktes in der Ebene auf, so wird jedes System (x, y) durch einen Punkt repraesentirt; die mit $(\mathfrak{z}_1, \mathfrak{z}_2)$ aequivalenten Punkte (x, y) sind also alle diejenigen, welche die Gerade $x\mathfrak{z}_2 = y\mathfrak{z}_1$ erfüllen.

[1] Vergl. HANKEL's Ausführungen auf S. 389 bis S. 398 seines Werkes: »Zur Geschichte der Mathematik im Alterthum und Mittelalter«.

Nimmt man an Stelle der beiden Grössen $\mathfrak{z}_1, \mathfrak{z}_2$ zwei Objecte O_1, O_2, so hat man als Bedingungen für die Aequivalenz der beiden Systeme:

$$(O_1, O_2) \sim (O_3, O_4)$$

jene einzuführen, welche oben gemäss den Euklidischen Festsetzungen für das Bestehen der Proportion:

$$O_1 : O_2 = O_3 : O_4$$

angegeben worden sind. Tritt nun der erste jener Fälle ein, giebt es also zwei ganze Zahlen m, n, wofür $O_1^{(m)}$ gleich $O_2^{(n)}$ ist, so werden alle mit (O_1, O_2) aequivalenten Systeme $(\overline{O}_1, \overline{O}_2)$ durch die Proportion:

$$\overline{O}_2 : \overline{O}_1 = m : n$$

sowie dadurch charakterisirt, dass $\overline{O}_1^{(m)}$ gleich $\overline{O}_2^{(n)}$ und dass also, gemäss den obigen Ausführungen, $\overline{O}_2$ durch $\overline{O}_1^{\left(\frac{m}{n}\right)}$ zu bezeichnen ist. Der Bruch $\frac{m}{n}$ bildet also hier wiederum die Invariante der Aequivalenz und stellt den Werth des »Verhältnisses« $O_1 : O_2$ in praecisem mathematischen Sinne dar. Führt man aber auch in dem Falle, wo kein Zahlenpaar (m, n) von der angegebenen Beschaffenheit und also kein Bruch existirt, durch den eine Invariante der Aequivalenz dargestellt werden könnte, ein Rechnungssymbol $\mathfrak{J}$ dafür ein, so müssen gemäss den obigen Aequivalenzbedingungen die Ungleichheiten:

$$\frac{\mathfrak{m}}{\mathfrak{n}} < \mathfrak{J} < \frac{\mu}{\nu}$$

bestehen, in welchen die beiden Brüche $\frac{\mathfrak{m}}{\mathfrak{n}}$ und $\frac{\mu}{\nu}$ sich einander beliebig nähern lassen. In diesem Falle giebt es also nur ein »Intervall« von beliebig kleiner Grösse, welches für alle einander aequivalenten Systeme (O_1, O_2) invariant ist und an Stelle jenes »Verhältnisswerthes« $O_1 : O_2$ tritt.

Wenn, wie bei Euklid, vom Gebrauch der Brüche abgesehen wird, so existirt auch für aequivalente Systeme ganzer Zahlen:

$$(m, n), (m', n'), (m'', n''), \ldots,$$

deren Aequivalenzbeziehung:

$$(m, n) \sim (m', n') \sim (m'', n'') \sim \ldots$$

durch die Proportion:

$$m : n = m' : n' = m'' : n'' = \ldots$$

definirt wird, keine Invariante, also kein »Werth des Verhältnisses

$m : n$«; d. h. es existirt dann keine Function der zwei Elemente m, n, welche für alle aequivalenten Systeme denselben Werth hat. Aber da für das Modulsystem:

$$(nx_n - 1, n'x_{n'} - 1, n''x_{n''} - 1, \ldots)$$

die Congruenzen:

$$mx_n \equiv m'x_{n'} \equiv m''x_{n''} \equiv \ldots$$

bestehen, so bleibt der Werth des Products mx_n, wenn darin die Zahlen m, n durch die eines aequivalenten Systems ersetzt werden, im Sinne der Congruenz für jenes Modulsystem ungeändert, und mx_n stellt also in diesem Sinne eine Invariante jener Aequivalenzen:

$$(m, n) \backsim (m', n') \backsim (m'', n'') \backsim \ldots$$

dar. Hierbei ist, wie im §. 5, II meiner Abhandlung über den Zahlbegriff,[1] der Bruch $\frac{m}{n}$ durch den *modulo* $nx_n - 1$ genommenen Werth mx_n ersetzt worden. Aber man kann auch von den Gauss'schen Begriffsbestimmungen bezüglich der Aequivalenz der quadratischen Formen Gebrauch machen, um ohne Anwendung von Brüchen den gedanklichen Inhalt jener Ausdrucksweisen klar zu legen, bei denen vom »Verhältniss zweier Grössen« die Rede ist.

Gauss knüpft im art. 223 der Disquisitiones arithmeticae an den Begriff der Aequivalenz quadratischer Formen (a, b, c) deren Eintheilung in »Classen« an und erwähnt dann, dass jede Classe durch irgend eine beliebige derselben angehörige Form »repraesentirt« werden könne, dass man aber vorzugsweise eine solche wählen werde, die sich durch Einfachheit vor den übrigen auszeichnet. Die Theorie der quadratischen Formen (a, b, c) kann nun offenbar als diejenige besondere Theorie der »Systeme von drei ganzen Zahlen« (a, b, c) betrachtet werden, welche auf die aus der Aequivalenz zweier Formen:

$$ax^2 + bxy + cy^2, \quad a'x'^2 + b'x'y' + c'y'^2$$

hervorgehende Aequivalenzbeziehung der beiden Systeme:

$$(a, b, c) \backsim (a', b', c')$$

gegründet ist. Im Anschluss an diese Gauss'schen Festsetzungen kann man die sämmtlichen, im oben bezeichneten Sinne, einander aequivalenten Systeme zweier Grössen:

$$(c\mathfrak{z}_1, c\mathfrak{z}_2),$$

welche den verschiedenen Werthen von c entsprechen, in eine Classe vereinigen und irgend eines dieser Systeme, d. h. also eines, welches

---

[1] Journal für Mathematik, Bd. 101, S. 345.

einem bestimmten Werthe von c entspricht, als Repraesentanten der Classe ansehen. Aber noch allgemeiner kann man, von der in oben angegebener Weise durch die Proportion:

$$O_1 : O_2 = \overline{O}_1 : \overline{O}_2$$

definirten Aequivalenzbeziehung:

$$(O_1\, , O_2) \sim (\overline{O}_1\, , \overline{O}_2)$$

ausgehend, alle unter einander und mit $(O_1\, , O_2)$ aequivalenten Systeme von zwei Objecten $(\overline{O}_1\, , \overline{O}_2)$ in eine Classe vereinigen und irgend eines dieser Systeme, z. B. $(O_1\, , O_2)$, als Repraesentanten der Classe wählen. Diese Betrachtung ist es, welche der Aufstellung des Verhältnisses $O_1 : O_2$ zu Grunde liegt. Nicht eine Beziehung von O_1 zu O_2 wird durch $O_1 : O_2$ dargestellt, sondern es ist darunter nichts Anderes zu verstehen, als »das System $(O_1\, , O_2)$, aufgefasst als Repraesentant der ganzen Classe von Systemen $(\overline{O}_1\, , \overline{O}_2)$, welche durch die Proportion:

$$O_1 : O_2 = \overline{O}_1 : \overline{O}_2$$

bestimmt werden.

Die in der angegebenen Weise zu bildenden Classen von Systemen $(\overline{O}_1\, , \overline{O}_2)$ sondern sich in zwei verschiedene Arten. Die Classen der einen Art enthalten Systeme von zwei (ganzen) Zahlen $(m\, , n)$ und sind also durch ein solches System, bei welchem übrigens m und n zu einander prim angenommen werden können, zu repraesentiren. Bei den Classen der anderen Art ist dies nicht der Fall. Nur die Systeme $(\overline{O}_1\, , \overline{O}_2)$ der ersteren Art sind es, bei denen — wie man sich ausdrückt — $\overline{O}_1$ und $\overline{O}_2$ in rationalem Verhältniss zu einander stehen, und es ist demnach die hier bezeichnete Sonderung der Classen in zwei Arten, welche für die Unterscheidung der sogenannten Verhältnisse in rationale und irrationale den praecisen mathematischen Ausdruck giebt.

Denkt man sich, um die vorstehenden Erörterungen zu specialisiren und zugleich weiterzuführen, an Stelle der Systeme $(\mathfrak{z}')$, $(\mathfrak{z}'')$, $(\mathfrak{z}''')$, ..., wie oben, eine Reihe Volumina v', v'', v''', ... und an Stelle der Composition $\theta\big((\mathfrak{z}'), (\mathfrak{z}'')\big)$ die »Vereinigung zweier Volumina v', v''«, d. h. diejenige Composition, welche bei der Maassbestimmung angewandt wird, so erhält man nach art. XXXI eine Bezeichnung durch Indexsysteme:

$$(z_1\, , z_2\, , z_3\, , \ldots)\, ,$$

deren Elemente rationale Zahlen sind. Dabei ist die Anzahl der Elemente gleich der Anzahl derjenigen Volumina v, welche in Bezug auf ihre Maassgrösse mit einander incommensurabel sind.

So braucht man z. B., wenn eine Reihe von Volumina aus der Vereinigung von Würfel- und Kugel-Inhalten gebildet wird, zu deren Bezeichnung Systeme von zwei Indices, sobald die Würfelkanten und Kugelradien sämmtlich mit einander commensurabel sind. Ist nämlich $v^{(1)}$ irgend eines der Würfelvolumina und $v_0^{(1)}$ das Volumen einer Kugel, deren Radius gleich der Kante des Würfels $v^{(1)}$ ist, so sind es nur Volumina $v^{(z)}$, $v_0^{(z_0)}$ mit rationalen Indices z, z_0, aus deren Vereinigung alle einzelnen Volumina jener Reihe gebildet werden können. Jedes dieser Volumina wird also durch einen »Zahlencomplex« (z, z_0) bezeichnet, und es ist die entsprechende »complexe Zahl« $z + \frac{4}{3} z_0 \pi$, welche — bei der üblichen Ausdrucksweise — das »Verhältniss« jenes Volumens zu dem Volumen $v^{(1)}$ angiebt. Doch ist dabei π, wie oben dargelegt, als Invariante der für beliebige Werthe von z einander aequivalenten Systeme $(v^{(z)}, v_0^{(z)})$, nur durch ein Intervall von beliebig kleiner Grösse bestimmt.

Liegt ein Körper mit dem Volumen $v^{\left(\frac{m}{n}\right)}$ ganz innerhalb der Kugel mit dem Volumen $v_0^{(1)}$ und diese wieder ganz innerhalb eines Körpers mit dem Volumen $v^{\left(\frac{m'}{n'}\right)}$, so ist das Volumen $v^{\left(\frac{m'}{n'}\right)}$ physisch kleiner als $v_0^{(1)}$, und dieses wiederum physisch kleiner als $v^{\left(\frac{m}{n}\right)}$; es muss deshalb, wie schon oben bemerkt worden, $mn' < m'n$ sein. Die ganzen Zahlen m, n, m', n' können nun so bestimmt werden, dass für irgend eine gegebene beliebig kleine Grösse τ die Ungleichheit:

$$m'n - mn' < 2\tau nn'$$

besteht, und man kann daher auf Körper-Volumina in ähnlicher Weise, wie es oben in den Abschnitten XXXIII und XXXIV für rationale Zahlen geschehen ist, den Aequivalenzbegriff anwenden. Liegt nämlich sowohl die Begrenzung eines Körpers K' als die eines Körpers K'' zwischen den Begrenzungen zweier Körper, deren Volumina die rationalen Zahlen r' und r'' als Indices haben, und sind r' und r'' in dem oben näher bezeichneten Sinne mit einander aequivalent, so dass beide Zahlen in einem und demselben Aequivalenz-Intervalle von der Grösse 2τ enthalten sind, so können auch die Volumina der beiden Körper K' und K'' als »physisch aequivalent« bezeichnet werden, insofern die Begrenzungen beider Körper in einem Intervalle mit dem Volumen $r^{(2\tau)}$, d. h. also in einem Raume liegen, dessen Volumen einen gegebenen beliebig kleinen Index hat. Dabei ist es, eben so wie bei der Entwickelung im art. XXXIV, für die theoretische Deduction durchaus wesentlich, dass die Grösse des Aequivalenz-Intervalles 2τ unbestimmt gelassen und deren zweckgemässe Be-

stimmung für den einzelnen Fall der Anwendung vorbehalten wird. Der so fixirte Begriff der physischen Aequivalenz, mit Unbestimmtheit des Aequivalenz-Intervalles 2τ, ersetzt im Falle der Incommensurabilität den Begriff der physischen Gleichheit und praecisirt zugleich die Bedeutung aller jener Ausdrücke, welche der Behandlung der commensurablen Grössen entnommen und auf den Fall der Incommensurabilität übertragen werden.

XXXVII. Um dies näher darzulegen, knüpfe ich an das durch das Kugelvolumen $v_0^{(1)}$ gegebene Beispiel an.

Es seien x, y, z rechtwinklige Coordinaten, und man denke sich in der bei der Cubatur üblichen Weise den kugelförmigen Raum:

$$x^2 + y^2 + z^2 < r^2$$

durch Ebenen getheilt, die den drei Coordinatenebenen parallel sind. Dabei sollen die zwei einer Coordinatenebene nächsten parallelen Ebenen im Abstand $\frac{1}{2}$ von derselben liegend angenommen werden, und der Abstand je zweier benachbarten parallelen Ebenen soll gleich *Eins* sein. Von den auf diese Weise entstehenden Würfeln liegen alle diejenigen innerhalb der Kugel, deren Mittelpunkt um mindestens $\frac{1}{2}\sqrt{3}$ von der Kugeloberfläche abstehen, also sicher alle diejenigen, deren Mittelpunktscoordinaten:

$$x = a,\ y = b,\ z = c,$$

der Ungleichheit:

$$a^2 + b^2 + c^2 < (r - 1)^2$$

genügen. Die Anzahl dieser Systeme ganzzahliger Werthe (a, b, c) möge mit $\varpi_3(r-1)$ bezeichnet werden.

Nun erhellt, dass man (für eine beliebige positive ganze Zahl n) aus $\varpi_3(n-1)$ Würfeln, deren jedes ein Volumen mit dem Index $\frac{1}{n^3}$ hat, einen ganz innerhalb der Kugel mit dem Volumen $v_0^{(1)}$ liegenden Körper K' bilden kann, dessen Volumen den Index $\frac{\varpi_3(n-1)}{n^3}$ hat. Man kann aber auch einen Körper K'' bilden, innerhalb dessen die Kugel liegt, und dessen Volumen den Index $\frac{\varpi_3(n+1)}{n^3}$ hat. Hierbei giebt $\varpi_3(n-1)$ die Anzahl der Systeme ganzzahliger Werthe (a, b, c) an, für welche:

$$a^2 + b^2 + c^2 < (n-1)^2$$

ist, und $\varpi_3(n+1)$ die Anzahl derjenigen, für welche:

$$a^2 + b^2 + c^2 < (n+1)^2$$

ist. Die Differenz $\varpi_3(n+1) - \varpi_3(n-1)$ wird aber, wie sich leicht zeigen lässt, mit wachsendem n proportional n^2, und es kann daher n so gross angenommen werden, dass:

$$\frac{\varpi_3(n+1) - \varpi_3(n-1)}{n^3},$$

d. h. die Differenz der Indices der beiden Volumina von K'' und K', kleiner als eine beliebig gegebene Grösse 2τ wird. Es bedarf also nur noch einer Praecisirung des Sinnes, in welchem zwei rationale Zahlen:

$$\frac{\varpi_3(m)}{m^3}, \quad \frac{\varpi_3(n)}{n^3}$$

als aequivalent zu betrachten sind, um darnach den Sinn der entsprechenden physischen Aequivalenz der Körper-Volumina zu fixiren. Zu diesem Zwecke soll nun aber überhaupt die Bedeutung näher erörtert werden, welche der Rechnung mit den sogenannten »irrationalen Zahlen« und der Aufstellung von Beziehungen zwischen denselben beizulegen ist.

XXXVIII. Es seien $\phi(k), \psi(k)$ ganze Zahlen, welche durch ein bestimmtes arithmetisches Verfahren aus jeder der Zahlen $k = 1, 2, 3, \ldots$ zu bilden sind, so dass:

$$\big(\phi(1), \psi(1)\big), \; \big(\phi(2), \psi(2)\big), \; \big(\phi(3), \psi(3)\big), \ldots$$

eindeutig bestimmte Systeme von Functionen der Zahlen $1, 2, 3, \ldots$ repraesentiren. Lässt das zu deren Bildung dienende Verfahren erkennen, dass, wenn eine positive beliebig kleine rationale Zahl τ gegeben ist, der Ungleichheitsbedingung:

$$(\mathfrak{C}_0) \qquad |\phi(m)\psi(n) - \phi(n)\psi(m)| < \tau\,|\psi(m)\psi(n)|$$

für jede Zahl n, die grösser als m ist, durch geeignete Bestimmung der Zahl m genügt werden kann, so constituiren die bis zu einem beliebig grossen Werthe $k = n$ gebildeten Brüche:

$$\frac{\phi(1)}{\psi(1)}, \frac{\phi(2)}{\psi(2)}, \ldots \frac{\phi(k)}{\psi(k)}, \ldots \frac{\phi(n)}{\psi(n)}$$

»eine Reihe von rationalen Zahlen, die mit wachsendem k gegen einander convergiren«, und die Ungleichheit $(\mathfrak{C}_0)$, welche in der üblichen Bezeichnungsweise so dargestellt werden kann:

$$(\overline{\mathfrak{C}}_0) \qquad \lim_{m=\infty} \lim_{n=\infty} \left(\frac{\phi(m)}{\psi(m)} - \frac{\phi(n)}{\psi(n)}\right) = 0,$$

enthält die erforderliche »Convergenzbedingung«.

Bedeuten nun $\mathfrak{r}_1, \mathfrak{r}_2, \mathfrak{r}_3, \ldots \mathfrak{r}_{2n+1}$ rationale Zahlen, welche theils negativ theils positiv sein können, und für welche stets:

$$\mathfrak{r}_1 < \mathfrak{r}_2 < \mathfrak{r}_3 < \ldots < \mathfrak{r}_{2n} < \mathfrak{r}_{2n+1}$$

ist, so kann man, ähnlich wie im art. XXXIII, alle diejenigen rationalen Zahlen r als »mit $\mathfrak{r}_{2h}$ aequivalent« bezeichnen, welche der Ungleichheit:

$$\mathfrak{r}_{2h-1} \leqq r < \mathfrak{r}_{2h+1}$$

genügen, also mit $\mathfrak{r}_{2h}$ zugleich in dem Aequivalenz-Intervalle $(\mathfrak{r}_{2h-1}, \mathfrak{r}_{2h+1})$ liegen. Findet sich dann, dass jene rationalen Zahlen $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ für $k \geqq m$ sämmtlich in einem und demselben Aequivalenz-Intervalle bleiben, so kann die Reihe der gegen einander convergirenden Zahlen $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$, im Sinne der Aequivalenz, bei $k = m$ abgebrochen werden.

Wählt man τ beliebig klein, und zwar klein im Verhältniss zur Grösse der Aequivalenz-Intervalle, und alsdann m gemäss der Convergenzbedingung $(\mathfrak{C}_0)$ so, dass für jede Zahl n, die grösser als m ist:

$$(\mathfrak{C}_0) \qquad \frac{\phi(m)}{\psi(m)} - \frac{\phi(n)}{\psi(n)} = \varepsilon\tau \qquad (-1 < \varepsilon < 1)$$

wird, so genügt die Bestimmung des Intervalls $(\mathfrak{r}_{2h-1}, \mathfrak{r}_{2h+1})$ mittels der Ungleichheit:

$$(\mathfrak{C}_1) \qquad \mathfrak{r}_{2h-1} < \frac{\phi(m)}{\psi(m)} < \mathfrak{r}_{2h+1}$$

dann und nur dann für alle Brüche $\frac{\phi(n)}{\psi(n)}$, wenn zugleich:

$$(\mathfrak{C}_2) \qquad \mathfrak{r}_{2h-1} + \tau < \frac{\phi(m)}{\psi(m)} < \mathfrak{r}_{2h+1} - \tau$$

ist. In diesem Falle wird nämlich bei Benutzung der Gleichung $(\mathfrak{C}_0)$:

$$\mathfrak{r}_{2h-1} < \mathfrak{r}_{2h-1} + (1-\varepsilon)\tau < \frac{\phi(n)}{\psi(n)} < \mathfrak{r}_{2h+1} - (1+\varepsilon)\tau < \mathfrak{r}_{2h+1},$$

und es zeigt sich also, dass für jede Zahl n, die grösser als m ist, der Werth von $\frac{\phi(n)}{\psi(n)}$ in demjenigen Intervalle bleibt, in welchem $\frac{\phi(m)}{\psi(m)}$ liegt.

Zieht man daher nur solche Reihen gegen einander convergirender Brüche $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ und überhaupt, wie im art. XXXIII, nur diejenigen

Grössen in den Kreis der Betrachtung, welche in einem der Aequivalenz-Intervalle:

$$(\mathfrak{r}_{2h-1}+\tau\,,\;\mathfrak{r}_{2h+1}-\tau) \qquad (h=1,2,\ldots n)$$

liegen, so werden die Relationen zwischen verschiedenen Reihen:

$$\frac{\phi'(k)}{\psi'(k)}\,,\;\frac{\phi''(k)}{\psi''(k)}\,,\;\frac{\phi'''(k)}{\psi'''(k)}\,,\ldots$$

durch Aequivalenz-Beziehungen zwischen den entsprechenden rationalen, die Aequivalenz-Intervalle der verschiedenen Reihen charakterisirenden Zahlen:

$$\mathfrak{r}_{2h'}\,,\;\mathfrak{r}_{2h''}\,,\;\mathfrak{r}_{2h'''}\,,\ldots$$

ausgedrückt.

Die Bestimmung der Zahl τ, welche die Grösse der Lücke zu beiden Seiten jeder Intervallgrenze angiebt, war nur insoweit beschränkt, dass τ im Verhältniss zur Grösse der Intervalle klein angenommen werden sollte. Ist nun τ irgend eine geeignete Zahl, so kann man auch jede Zahl:

$$\delta\tau \qquad (0<\delta<1)$$

für τ nehmen und also $\delta\tau$ als eine Variable auffassen, deren (positiver rationaler) Werth stets kleiner als τ bleibt. Alsdann ist die kleinste Zahl m, für welche die Bedingung $(\mathfrak{C}_0)$ erfüllt ist, da sie durch den Werth von $\delta\tau$ bestimmt wird, mit $m_{\delta\tau}$ zu bezeichnen, und es besteht daher für jede Zahl n, die grösser als $m_{\delta\tau}$ ist, die Ungleichheit:

$$\left|\frac{\phi(m_{\delta\tau})}{\psi(m_{\delta\tau})}-\frac{\phi(n)}{\psi(n)}\right|<\delta\tau\,.$$

Ist nun für den Werth $\delta=1$ die Bedingung $(\mathfrak{C}_1)$:

$$\mathfrak{r}_{2h-1}<\frac{\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}<\mathfrak{r}_{2h+1}\,,$$

aber nicht die Bedingung $(\mathfrak{C}_2)$:

$$\mathfrak{r}_{2h-1}+\tau<\frac{\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}<\mathfrak{r}_{2h+1}-\tau$$

erfüllt, so muss für einen der beiden Werthe $\mathfrak{r}_{2h-1}$ oder $\mathfrak{r}_{2h+1}$:

$$\left|\mathfrak{r}_{2h\pm1}-\frac{\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}\right|\leqq\tau$$

sein. Zeigt sich aus dem Verfahren zur Bildung der Zahlen $\phi(k)$, $\psi(k)$, dass auch für die Variable $\delta\tau$, d. h. für den angenommenen Werth von τ und für jeden positiven echten Bruch δ, dieselbe Ungleichheit:

$$(\mathfrak{C}_3) \qquad \left|\mathfrak{r}_{2h\pm1}-\frac{\phi(m_{\delta\tau})}{\psi(m_{\delta\tau})}\right|\leqq\delta\tau$$

stattfindet, so hat man die rationale Zahl $\mathfrak{r}_{2h\pm 1}$ als den »Grenzwerth« der Brüche $\dfrac{\phi(k)}{\psi(k)}$ anzusehen, und in diesem Falle

> convergiren also die Zahlen $\dfrac{\phi(k)}{\psi(k)}$ mit wachsendem k nicht nur gegen einander sondern zugleich gegen eine der Grenzen der Aequivalenz-Intervalle.

Wenn sich dagegen zeigt, dass für irgend einen Werth von δ, der mit δ_0 bezeichnet werden möge, die Bedingung:

$$(\mathfrak{C}_2^0) \qquad \mathfrak{r}_{2h-1} + \delta_0\tau < \frac{\phi(m_{\delta_0\tau})}{\psi(m_{\delta_0\tau})} < \mathfrak{r}_{2h+1} - \delta_0\tau$$

erfüllt ist, so bestimmt sich damit das Aequivalenz-Intervall, in welchem alle Werthe von $\dfrac{\phi(n)}{\psi(n)}$ (für $n > m$) liegen.

Die Reihen gegen einander convergirender Zahlen, deren Bildungsgesetz erkennen lässt, welche der beiden Ungleichheiten $(\mathfrak{C}_3)$, $(\mathfrak{C}_2^0)$ stattfindet, scheiden sich hiernach, mit Bezug auf die angenommene Eintheilung in Aequivalenz-Intervalle, in zwei Arten; bei der einen convergiren die Zahlen gegen eine der Grenzen der Aequivalenz-Intervalle, bei der anderen convergiren sie in eines der Aequivalenz-Intervalle hinein. Wenn nun die Zahlen einer Reihe der letzteren Art gegen eine rationale Zahl r convergiren, die zwischen $\mathfrak{r}_{2h-1}$ und $\mathfrak{r}_{2h+1}$ liegt, so braucht man nur die Zahl r als neuen Theilpunkt einzuschalten und also das Aequivalenz-Intervall $(\mathfrak{r}_{2h-1}, \mathfrak{r}_{2h+1})$ in die beiden Intervalle $(\mathfrak{r}_{2h-1}, r)$ und $(r, \mathfrak{r}_{2h+1})$ zu theilen, um die Reihe nunmehr als eine der ersten Art zu charakterisiren. Bei unbestimmter oder beliebig vorbehaltener Eintheilung in Aequivalenz-Intervalle tritt also an die Stelle jener relativen

> die folgende absolute Scheidung der Reihen gegen einander convergirender Zahlen in zwei verschiedene Arten; bei der einen convergiren die Zahlen gegen eine bestimmte rationale Zahl, bei der anderen convergiren sie, wie auch die Eintheilung der Aequivalenz-Intervalle angenommen werden möge, in eines der Aequivalenz-Intervalle hinein.

So wie aber für jene relative Scheidung der Reihen in zwei Arten die Entscheidung darüber erforderlich war, welche der beiden Ungleichheitsbedingungen $(\mathfrak{C}_3)$, $(\mathfrak{C}_2^0)$ erfüllt ist, so ist für diese absolute Scheidung nothwendig, dass das Bildungsgesetz der Reihe erkennen lasse, ob irgend eine rationale Zahl r der Convergenzbedingung:

$$(\mathfrak{C}_3) \qquad \left| r - \frac{\phi(m_{\delta\tau})}{\psi(m_{\delta\tau})} \right| \leqq \delta\tau$$

für jeden positiven echten Bruch δ genügt, oder ob **für jede rationale** Zahl r die aus $(\mathfrak{C}_2^0)$ hervorgehende Ungleichheitsbedingung:

$$\left| r - \frac{\phi(m_{\delta_0 \tau})}{\psi(m_{\delta_0 \tau})} \right| > \delta_0 \tau$$

durch geeignete Wahl des positiven echten Bruches δ_0 **befriedigt werden** kann. Im letzteren Falle gewährt die Bestimmung von δ_0 **auch erst** das Mittel zur Auffindung des Aequivalenz-Intervalles der Reihe.

In der That genügt zur Bestimmung des Aequivalenz-Intervalles, in welches die Zahlen $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ einer Reihe der zweiten Art convergiren, nicht die Kenntniss der bezüglichen Convergenzbedingung, d. h. es genügt nicht zu wissen, wie gross man bei gegebenem τ die Zahl m_τ zu wählen hat, damit die Convergenzbedingung:

$$(\mathfrak{C}_0) \qquad |\phi(m_\tau)\psi(n) - \phi(n)\psi(m_\tau)| < \tau\, |\psi(m_\tau)\psi(n)|$$

für alle Zahlen n, die grösser als m_τ sind, erfüllt sei, sondern es bedarf dazu noch der Kenntniss einer Divergenzbedingung. Man muss nämlich auch wissen, wie klein man, wenn eine rationale Zahl r gegeben ist, $\delta\tau$ zu wählen hat, damit die Ungleichheit:

$$(\mathfrak{D}) \qquad |r\psi(m_{\delta\tau}) - \phi(m_{\delta\tau})| > \delta\tau\, |\psi(m_{\delta\tau})|$$

neben jener:

$$(\mathfrak{C}_0) \qquad |\phi(m_{\delta\tau})\psi(n) - \phi(n)\psi(m_{\delta\tau})| < \delta\tau\, |\psi(m_{\delta\tau})\psi(n)| \qquad (n > m),$$

welche die Zahlen $m_{\delta\tau}$ charakterisirt, bestehe. Denn, wenn irgend eine Zahl m, die grösser als m_τ ist, gewählt und alsdann das Intervall $(\mathfrak{r}_{2h-1}, \mathfrak{r}_{2h+1})$, in welchem $\frac{\phi(m)}{\psi(m)}$ liegt, bestimmt wird, so genügt diese Bestimmung nur dann, wenn zugleich jene Ungleichheitsbedingung $(\mathfrak{C}_2)$ erfüllt, d. h. wenn keine der beiden Differenzen:

$$\frac{\phi(m)}{\psi(m)} - \mathfrak{r}_{2h-1}\,,\quad \mathfrak{r}_{2h+1} - \frac{\phi(m)}{\psi(m)}$$

kleiner als τ ist. Man muss also, falls für eine der beiden Zahlen $\mathfrak{r}_{2h-1}$ oder $\mathfrak{r}_{2h+1}$:

$$\left| \mathfrak{r}_{2h\pm 1} - \frac{\phi(m)}{\psi(m)} \right| < \tau$$

ist, an Stelle von τ eine Grösse $\delta\tau$ suchen, für welche die beiden Bedingungen:

$$\left| \frac{\phi(m_{\delta\tau})}{\psi(m_{\delta\tau})} - \frac{\phi(n)}{\psi(n)} \right| < \delta\tau < \left| \mathfrak{r}_{2h\pm 1} - \frac{\phi(m_{\delta\tau})}{\psi(m_{\delta\tau})} \right|$$

zugleich erfüllt sind, da erst das Intervall, in welchem der Werth von $\frac{\phi(m_{\delta\tau})}{\psi(m_{\delta\tau})}$ liegt, sich als dasjenige Aequivalenz-Intervall sicher bestimmt, in welches die Zahlen $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ convergiren. In der That bestehen alsdann die Ungleichheiten:

$$\mathfrak{r}_{2h-1} < \mathfrak{r}_{2h-1} + (1-\varepsilon)\delta\tau < \frac{\phi(n)}{\psi(n)} < \mathfrak{r}_{2h+1} - (1+\varepsilon)\delta\tau < \mathfrak{r}_{2h+1}$$

für jede Zahl n, die grösser als $m_{\delta\tau}$ ist, und ε wird dabei durch die Gleichung:

$$\frac{\phi(m_{\delta\tau})}{\psi(m_{\delta\tau})} - \frac{\phi(n)}{\psi(n)} = \varepsilon\delta\tau$$

definirt, ist also, vermöge der ersteren jener beiden Bedingungen, ein positiver oder negativer echter Bruch.

Das Bestehen der Divergenzbedingung ($\mathfrak{D}$) enthält folgende charakteristische Eigenschaft der Reihen $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ der zweiten Art, d. h. derjenigen, bei welchen kein rationaler Grenzwerth $\lim\limits_{k=\infty} \frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ existirt:

> Welche rationale Zahl r auch gegeben sein möge, so lässt sich das Intervall, in welches hinein die rationalen Zahlen $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ mit wachsendem k convergiren, stets auf eines von so kleiner Grösse $\delta\tau$ einschränken, dass r ausserhalb des Intervalles bleibt.

Während also die Convergenzbedingung ($\mathfrak{C}_0$) ausdrückt, dass die rationalen Zahlen $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ mit wachsendem Werthe von k gegen einander convergiren, zeigt die Divergenzbedingung ($\mathfrak{D}$), dass eben diese Zahlen $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ mit wachsendem k immer weiter von r divergiren.

XXXIX. Dass nicht für jede Reihe gegen einander convergirender Zahlen die Möglichkeit der Ermittelung einer der Divergenzbedingung ($\mathfrak{D}$) genügenden Grösse $\delta\tau$ gegeben ist, tritt schon bei DIRICHLET im §. 4 seiner Abhandlung über die arithmetische Progression deutlich hervor.

Es soll a. a. O. dargethan werden, dass die Reihe $\sum\limits_n \frac{\omega^{\gamma_n}}{n}$ von Null verschieden ist. Hierbei ist ω irgend eine Wurzel der Gleichung:

$$\omega^{p-1} - 1 = 0,$$

wo p eine Primzahl bedeutet, und γ_n wird durch die Congruenz:

$$c^{\gamma_n} \equiv n \,(\mathrm{mod.}\, p)$$

definirt, in welcher unter c eine primitive Wurzel von p zu verstehen ist. Dirichlet zeigt nun, dass der Grenzwerth der auf alle nicht durch p theilbaren Zahlen n erstreckten Summe:

$$\sum_n \frac{\omega^{\gamma_n}}{n}$$

durch den Ausdruck:

$$-\frac{1}{p}\sum_{g=1}^{g=p-1} \omega^{\gamma_g} e^{\frac{2g\pi i}{p}} \sum_{m=1}^{m=p-1} \omega^{-\gamma_m}\left(\log 2\sin\frac{m\pi}{p} + \left(\frac{1}{2} - \frac{m}{p}\right)\pi i\right)$$

gegeben wird, und sagt dann:

»Obgleich dieser Ausdruck für $\sum \frac{\omega^{\gamma_n}}{n}$ sehr einfach ist, so kann man doch im Allgemeinen nicht daraus schliessen, dass $\sum \frac{\omega^{\gamma_n}}{n}$ einen von Null verschiedenen Werth hat.[1] Es fehlt noch an gehörigen Principien zur Feststellung der Bedingungen, unter denen transcendente Verbindungen, welche unbestimmte ganze Zahlen enthalten, verschwinden können. Die verlangte Nachweisung gelingt jedoch für den besonderen Fall, wo $\omega = -1$. Für die imaginären Werthe von ω werden wir im folgenden Paragraphen ein anderes Verfahren angeben, welches aber auf den genannten besonderen Fall nicht anwendbar ist.«

Für $\omega = -1$ wird:

$$\sum_n \frac{\omega^{\gamma_n}}{n} = \sum \left(\frac{n}{p}\right)\frac{1}{n},$$

wo $\left(\frac{n}{p}\right)$ das Legendre'sche Zeichen ist, und wenn zur Abkürzung:

$$\sqrt{p}\sum_n \left(\frac{n}{p}\right)\frac{1}{n} = f(p)$$

gesetzt wird, so zeigt sich, dass

für $p \equiv 1$ (mod. 4) das Quadrat von $e^{f(p)} - e^{-f(p)}$,
für $p \equiv 3$ (mod. 4) aber $f(p)$, dividirt durch π,

---

[1] Darauf, dass die bezeichnete Reihe einen von Null verschiedenen Werth hat, gründet sich im §. 9 meiner Doctordissertation »De unitatibus complexis« der wichtige Nachweis, dass die Kreistheilung ein System unabhängiger Einheiten liefert.

eine von Null verschiedene ganze Zahl ist. Hierauf beruht das Gelingen des Dirichlet'schen Nachweises.

Für imaginäre Werthe von w zeigt Dirichlet nur, dass die Voraussetzung:

$$\sum_n \frac{w^{\gamma_n}}{n} = 0$$

zu einem Widerspruch führt. Es lässt sich aber auch in diesem Falle, wie ich bei einer anderen Gelegenheit zeigen werde, aus den Dirichlet'schen Entwickelungen ein positiver Nachweis herleiten, indem sich eine rationale Zahl r bestimmen lässt, für welche die Ungleichheit:

$$\left|\sum_n \frac{w^{\gamma_n}}{n}\right| > r$$

besteht.

XL. Bilden die Brüche $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ eine Reihe gegen einander convergirender Zahlen der zweiten Art, für welche sich, wie immer r gegeben sein mag, eine der Divergenzbedingung ($\mathfrak{D}$) genügende Grösse δ_r finden lässt, so kann für jede gegebene ganze Zahl ν das Aequivalenz-Intervall:

$$\left(\frac{h}{\nu}, \frac{h+1}{\nu}\right) \qquad (h = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots)$$

bestimmt werden, in welches die Zahlen $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ convergiren.

Man wähle nämlich zuvörderst für τ irgend eine Zahl, die kleiner als $\frac{1}{4\nu}$ ist, und bestimme eine Zahl m_τ, welche der Convergenzbedingung:

$$(\mathfrak{C}_0) \qquad |\phi(m_\tau)\psi(n) - \phi(n)\psi(m_\tau)| < \tau\,|\psi(m_\tau)\psi(n)|$$

für jede Zahl n, die grösser als m_τ ist, genügt. Alsdann bestimme man die grösste ganze Zahl, welche kleiner als der Bruch:

$$\frac{\nu\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}$$

ist, und welche nach Gauss' Vorgang durch:

$$\left[\frac{\nu\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}\right]$$

bezeichnet werden soll.

Falls nun der Werth von $\frac{\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}$ um mehr als τ von jeder der beiden Grenzen des Intervalls:

$$\left(\frac{1}{\nu}\left[\frac{\nu\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}\right], \frac{1}{\nu}+\frac{1}{\nu}\left[\frac{\nu\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}\right]\right)$$

absteht, so ist es dieses Intervall selbst, in welches die Zahlen $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ mit wachsendem k convergiren. Wenn aber die angegebene Bedingung nicht erfüllt ist, und vielmehr $\frac{\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}$ von einer der beiden Grenzen des Intervalls um weniger als τ absteht, so hat man an Stelle von τ eine Zahl $\delta\tau$ zu wählen, welche der Divergenzbedingung ($\mathfrak{D}$) genügt, wenn man darin r gleich:

$$\frac{1}{\nu}\left[\frac{\nu\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}\right] \quad \text{oder} \quad \frac{1}{\nu}+\frac{1}{\nu}\left[\frac{\nu\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}\right]$$

nimmt. Das Aequivalenz-Intervall:

$$\left(\frac{1}{\nu}\left[\frac{\nu\phi(m_{\delta\tau})}{\psi(m_{\delta\tau})}\right], \frac{1}{\nu}+\frac{1}{\nu}\left[\frac{\nu\phi(m_{\delta\tau})}{\psi(m_{\delta\tau})}\right]\right)$$

ist dann dasjenige, in welches die Zahlen $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ mit wachsendem k convergiren.

Denn wenn zur Abkürzung mit σ der Werth 0 oder 1, je nach den beiden für r zu nehmenden Werthen, bezeichnet wird, so ist auf Grund der Divergenzbedingung ($\mathfrak{D}$):

$$\left|\frac{\sigma}{\nu}+\frac{1}{\nu}\left[\frac{\nu\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}\right]-\frac{\phi(m_{\delta\tau})}{\psi(m_{\delta\tau})}\right| > \delta\tau,$$

ferner auf Grund der Convergenzbedingung ($\mathfrak{C}^0$):

$$\left|\frac{\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}-\frac{\phi(m_{\delta\tau})}{\psi(m_{\delta\tau})}\right| < \tau,$$

und endlich auf Grund der Voraussetzung, dass $\frac{\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}$ von der einen Intervallgrenze um weniger als τ absteht:

$$\left|\frac{\sigma}{\nu}+\frac{1}{\nu}\left[\frac{\nu\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}\right]-\frac{\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}\right| < \tau.$$

Es besteht daher die Ungleichheit:

$$\nu\delta\tau < \left|\frac{\nu\phi(m_{\delta\tau})}{\psi(m_{\delta\tau})}-\left[\frac{\nu\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}\right]-\sigma\right| < 2\nu\tau < \tfrac{1}{2},$$

aus welcher nicht nur hervorgeht, dass:

$$\left[\frac{\nu\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)}\right]+\sigma$$

die dem Bruche:

$$\frac{\nu\phi(m_{\delta\tau})}{\psi(m_{\delta\tau})}$$

zunächst benachbarte ganze Zahl ist, sondern auch dass deren Abstand von diesem Bruche grösser als $\nu\delta\tau$ ist. Dieser Bruch differirt also von jeder der beiden ganzen Zahlen, zwischen denen er liegt, um mehr als $\nu\delta\tau$. Der Abstand des Bruches $\frac{\phi(m_{\delta\tau})}{\psi(m_{\delta\tau})}$ von jeder der beiden Grenzen des Intervalls:

$$\left(\frac{1}{\nu}\left[\frac{\nu\phi(m_{\delta\tau})}{\psi(m_{\delta\tau})}\right],\ \frac{1}{\nu}+\frac{1}{\nu}\left[\frac{\nu\phi(m_{\delta\tau})}{\psi(m_{\delta\tau})}\right]\right),$$

in welchem er liegt, ist demnach grösser als $\delta\tau$, d. h. grösser als sein Abstand von irgend einem der folgenden Brüche:

$$\frac{\phi(n)}{\psi(n)} \qquad (n>m_{\delta\tau}),$$

und es zeigt sich also, dass die Zahlen $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ in der That mit wachsendem k in dasjenige Intervall von der Grösse $\frac{1}{\nu}$ convergiren, dessen Anfangspunkt durch:

$$\frac{1}{\nu}\left[\frac{\nu\phi(m_{\delta\tau})}{\psi(m_{\delta\tau})}\right]$$

bezeichnet ist. Dieser Anfangspunkt kann folglich auch durch:

$$\frac{1}{\nu}\left[\frac{\nu\phi(n)}{\psi(n)}\right]$$

dargestellt werden, wenn die Zahl n grösser als $m_{\delta\tau}$ oder überhaupt hinreichend gross gewählt wird, damit $\frac{\phi(n)}{\psi(n)}$ in demjenigen Aequivalenz-Intervalle liegt, in welches die Zahlen $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ convergiren. Die ganze Zahl:

$$\left[\frac{\nu\phi(n)}{\psi(n)}\right]$$

ist demgemäss durch die Zahl ν allein bestimmt und soll mit $\chi(\nu)$ bezeichnet werden. Alsdann repraesentirt der Bruch:

$$\frac{\chi(\nu)}{\nu}$$

den Anfangspunkt desjenigen Aequivalenz-Intervalles von der Grösse $\frac{1}{\nu}$, in welches die Zahlen $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ convergiren, und ist damit vollständig charakterisirt.

Ist μ irgend eine von ν verschiedene ganze Zahl, so kann die Zahl n so gross gewählt werden, dass sowohl: $\frac{1}{\mu}\left[\frac{\mu\phi(n)}{\psi(n)}\right]$ den Anfangspunkt des Intervalles von der Grösse $\frac{1}{\mu}$ als auch $\frac{1}{\nu}\left[\frac{\nu\phi(n)}{\psi(n)}\right]$ den Anfangspunkt des Intervalles von der Grösse $\frac{1}{\nu}$ angiebt, in welches die Zahlen $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ convergiren. Alsdann bestimmen sich die Zahlen $\chi(\mu)$ und $\chi(\nu)$ durch die Gleichungen:

$$\chi(\mu) = \left[\frac{\mu\phi(n)}{\psi(n)}\right], \chi(\nu) = \left[\frac{\nu\phi(n)}{\psi(n)}\right];$$

es ist daher:

$$\frac{\chi(\mu)}{\mu} = \frac{\phi(n)}{\psi(n)} - \frac{\delta'}{\mu}, \quad \frac{\chi(\nu)}{\nu} = \frac{\phi(n)}{\psi(n)} - \frac{\delta''}{\nu},$$

wo δ', δ'' positive echte Brüche bedeuten, und also:

$$-\frac{1}{\mu} < \frac{\chi(\mu)}{\mu} - \frac{\chi(\nu)}{\nu} < \frac{1}{\nu}.$$

Hierdurch zeigt sich, dass die Brüche:

$$\frac{\chi(k)}{k} \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots)$$

eine Reihe von Zahlen bilden, welche mit wachsendem k gegen einander convergiren.

Da sich $\frac{\chi(\nu)}{\nu}$ von $\frac{\phi(n)}{\psi(n)}$ um höchstens $\frac{1}{\nu}$ unterscheidet, so stehen die zwei Reihen:

$$\frac{\phi(k)}{\psi(k)}, \frac{\chi(k)}{k} \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots)$$

in der Beziehung zu einander, dass die Zahlen beider Reihen — wie immer die Aequivalenz-Intervalle gewählt werden mögen — in ein und dasselbe Aequivalenz-Intervall convergiren, und für beliebig gewählte Aequivalenz-Intervalle:

$$(\mathfrak{r}_{2h-1}, \mathfrak{r}_{2h+1}) \qquad (h = 1, 2, 3, \ldots)$$

lässt sich daher stets die Zahl n so gross wählen, dass die Aequivalenz:

$$\frac{\phi(n)}{\psi(n)} \sim \frac{\chi(n)}{n}$$

besteht. Es ist demnach die bei der üblichen Bezeichnungsweise durch die Gleichung:

$$\lim_{n=\infty}\left(\frac{\phi(n)}{\psi(n)} - \frac{\chi(n)}{n}\right) = 0$$

ausgedrückte Beziehung der beiden Reihen $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$, $\frac{\chi(k)}{k}$, welche hier durch die für jede beliebige Festsetzung von Aequivalenz-Intervallen geltende Aequivalenz:

$$\frac{\phi(n)}{\psi(n)} \sim \frac{\chi(n)}{n}$$

dargestellt wird.

Die Reihe der Brüche $\frac{\chi(k)}{k}$, welche im Sinne der Aequivalenz die Reihe der Brüche $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ vollständig ersetzt, hat insofern einen besonderen Typus, als erstens die Nenner der Brüche nicht irgend welche durch den Stellenzeiger k bestimmte Zahlen $\psi(k)$ sondern eben diese Zahlen $k = 1, 2, 3, \ldots$ selbst sind und zweitens die Convergenzbedingung $(\mathfrak{C}_0)$ des art. XXXVIII:

$$\frac{\phi(m_\tau)}{\psi(m_\tau)} - \frac{\phi(n)}{\psi(n)} = \varepsilon\tau \qquad (m_\tau < n;\ -1 < \varepsilon < 1)$$

in folgende übergeht:

$$(\mathfrak{C}_0) \qquad \frac{\chi(m)}{m} - \frac{\chi(n)}{n} = \frac{\varepsilon}{m} \qquad (m < n;\ -1 < \varepsilon < 1),$$

so dass hier die durch den Werth von τ bestimmte, oben mit m_τ bezeichnete Zahl, für $\tau = \frac{1}{m}$, gleich m selbst, also:

$$m_{\frac{1}{m}} = m$$

ist.

Die mit $\chi(k)$ bezeichnete Function von k, welche für die Reihe der Brüche $\frac{\phi(k)}{\psi(k)}$ offenbar »charakteristisch« ist, bildet die Grundlage

der CHRISTOFFEL'schen Untersuchungen[1] über »Irrationalzahlen«, und es ist die Reihe der Differenzen:

$$\chi(k) - \chi(k-1) \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots),$$

welche Hr. CHRISTOFFEL als »Charakteristik« eingeführt hat.

Die Differenz zweier beliebiger Grössen weicht von der Differenz ihrer nächsten ganzen Zahlen höchstens um einen echten Bruch ab; es ist daher:

$$\left[\frac{\nu\phi(n)}{\psi(n)}\right] - \left[\frac{\mu\phi(n)}{\psi(n)}\right] = (\nu-\mu)\frac{\phi(n)}{\psi(n)} + \varepsilon \qquad (-1 < \varepsilon < +1).$$

und folglich:

$$\chi(\nu) - \chi(\mu) = (\nu-\mu)\frac{\phi(n)}{\psi(n)} + \varepsilon \qquad (-1 < \varepsilon < +1).$$

Hieraus geht hervor, dass, wenn:

$$\chi(\nu) - \chi(\mu) - \left[(\nu-\mu)\frac{\phi(n)}{\psi(n)}\right] = \sigma_{\mu,\nu}$$

gesetzt wird, die Grösse $\sigma_{\mu,\nu}$ nur den Werth 0 oder 1 haben kann, und die Gleichung:

$$(\mathfrak{D}) \qquad \chi(\nu) - \chi(\mu) = \chi(\nu-\mu) + \sigma_{\mu,\nu} \qquad (\sigma_{\mu,\nu} = 0 \text{ oder } \sigma_{\mu,\nu} = 1).$$

drückt also eine zwischen irgend drei Werthen $\chi(\mu), \chi(\nu), \chi(\nu-\mu)$ nothwendig bestehende Relation aus.[2]

Setzt man $\mu = \nu - 1$, so sieht man, dass eine der beiden Gleichungen:

$$\chi(\nu) - \chi(\nu-1) = \left[\frac{\phi(n)}{\psi(n)}\right], \quad \chi(\nu) - \chi(\nu-1) = \left[\frac{\phi(n)}{\psi(n)}\right] + 1$$

stattfinden muss. Ist nun $\frac{\phi(n)}{\psi(n)}$ ein echter Bruch, also $\left[\frac{\phi(n)}{\psi(n)}\right] = 0$, so schreiten die Zahlen $\chi(k)$ beim Übergang von einem Argument zum nächstgrösseren höchstens um eine Einheit fort, und darum sind die einzelnen Elemente der CHRISTOFFEL'schen »Charakteristiken« nur 0 oder 1.

Setzt man in der obigen Formel ($\mathfrak{D}$):

$$\nu = h\mu \qquad (h = 2, 3, \ldots \lambda)$$

und summirt über alle angegebenen Werthe von h, so kommt:

$$\chi(\lambda\mu) = \lambda\chi(\mu) + \sum_h \sigma_{\mu,h\mu} \qquad (h = 2, 3, \ldots \lambda)$$

und, da jedes σ nur den Werth 0 oder 1 hat:

$$0 \leq \chi(\lambda\mu) - \lambda\chi(\mu) < \lambda.$$

[1] Lehrsätze über arithmetische Eigenschaften der Irrationalzahlen. (Annali di Matematica pura ed applicata.)

[2] Vergl. die citirte Abhandlung des Hrn. CHRISTOFFEL.

Es ergiebt sich also, dass für beliebige ganze Zahlen λ, μ die Relation:

$$\chi(\mu) \leqq \frac{1}{\lambda}\chi(\lambda\mu) < 1 + \chi(\mu)$$

oder:

$$(\mathfrak{E}) \qquad \chi(\mu) = \left[\frac{\chi(\lambda\mu)}{\lambda}\right]$$

besteht. Eben diese Relation lässt sich direct, d. h. ohne auf die Formel $(\mathfrak{D})$ zurückzugehen, in folgender Weise herleiten.

Für die grössten Ganzen von Brüchen findet bekanntlich die Gleichung:

$$\left[\frac{t}{rs}\right] = \left[\frac{1}{r}\left[\frac{t}{s}\right]\right]$$

statt, in welcher r, s, t beliebige positive ganze Zahlen bedeuten. Wird hierin:

$$r = d\,, \quad s = \psi(n)\,, \quad t = k\phi(n)$$

gesetzt und für d ein Divisor von k genommen, so ergiebt sich ganz unmittelbar für zwei Functionen $\chi(d), \chi(k)$ die Relation:

$$(\mathfrak{E}) \qquad \chi\left(\frac{k}{d}\right) = \left[\frac{\chi(k)}{d}\right],$$

welche mit der oben aus der Formel $(\mathfrak{D})$ hergeleiteten übereinstimmt und welche zeigt, dass sich aus $\chi(k)$ jede Function χ, deren Argument ein Divisor von k ist, bestimmen lässt. Die Relation $(\mathfrak{E})$ zeigt ferner, dass die Ungleichheit:

$$(\mathfrak{E}') \qquad 0 \leqq \chi(k) - d\chi\left(\frac{k}{d}\right) < d$$

besteht, und dass folglich das Intervall von der Grösse $\left(\frac{1}{k}\right)$:

$$\left(\frac{1}{k}\chi(k),\ \frac{1}{k} + \frac{1}{k}\chi(k)\right)$$

ganz innerhalb des Intervalls von der Grösse $\frac{d}{k}$:

$$\left(\frac{d}{k}\chi\left(\frac{k}{d}\right),\ \frac{d}{k} + \frac{d}{k}\chi\left(\frac{k}{d}\right)\right)$$

liegt. Denn dies geht aus den Beziehungen:

$$\frac{d}{k}\chi\left(\frac{k}{d}\right) = \frac{d}{k}\left[\frac{\chi(k)}{d}\right] \leqq \frac{1}{k}\chi(k),$$

$$\frac{d}{k} + \frac{d}{k}\chi\left(\frac{k}{d}\right) = \frac{d}{k} + \frac{d}{k}\left[\frac{\chi(k)}{d}\right] \geqq \frac{1}{k} + \frac{1}{k}\chi(k)$$

hervor, welche offenbar zwischen den Grenzen jener beiden Intervalle bestehen.

Hieraus folgt, dass, wenn λ, μ, ν beliebige ganze Zahlen bedeuten, der gemeinsame Theil der beiden Intervalle:

$$\left(\frac{1}{\lambda\mu}\chi(\lambda\mu), \frac{1}{\lambda\mu}+\frac{1}{\lambda\mu}\chi(\lambda\mu)\right), \left(\frac{1}{\lambda\nu}\chi(\lambda\nu), \frac{1}{\lambda\nu}+\frac{1}{\lambda\nu}\chi(\lambda\nu)\right)$$

durch das Intervall:

$$\left(\frac{1}{\lambda\mu\nu}\chi(\lambda\mu\nu), \frac{1}{\lambda\mu\nu}+\frac{1}{\lambda\mu\nu}\chi(\lambda\mu\nu)\right)$$

gebildet wird.

XLI. Die Aufgabe der Bildung aller Reihen von Zahlen:

$$\frac{\chi(k)}{k} \qquad (k=1,2,3,\ldots)$$

welche mit wachsendem k gegen einander convergiren, findet in den vorstehenden Auseinandersetzungen ihre Lösung. Da nämlich für:

$$\chi(1), \chi(2), \chi(3), \ldots \chi(\nu)$$

solche ganze Zahlen genommen werden müssen, dass die Relation ($\mathfrak{C}$) besteht, wenn man darin für $\frac{k}{d}$ irgend eine der Zahlen $1, 2, 3, \ldots \nu$ und für k das kleinste Vielfache aller dieser Zahlen $2, 3, \ldots \nu$ setzt, so genügt es den Werth von χ für diese eine Zahl zu bestimmen.

Es sei nun ω_ν die kleinste Zahl, welche durch alle Zahlen $2, 3, \ldots \nu$ theilbar ist. Alsdann ist ω_ν durch $\omega_{\nu-1}$ theilbar, und es ist gemäss den Ungleichheiten ($\mathfrak{C}'$):

$$(\mathfrak{C}'') \qquad 0 \leq \chi(\omega_\nu) - \frac{\omega_\nu}{\omega_{\nu-1}}\chi(\omega_{\nu-1}) < \frac{\omega_\nu}{\omega_{\nu-1}}.$$

Setzt man also für alle Zahlen $k = 2, 3, 4, \ldots \nu$:

$$(\mathfrak{C}''') \qquad \chi(\omega_k) - \frac{\omega_k}{\omega_{k-1}}\chi(\omega_{k-1}) = \zeta_k,$$

so müssen die ganzen Zahlen ζ_k die Bedingungen:

$$0 \leq \zeta_k < \frac{\omega_k}{\omega_{k-1}}$$

erfüllen. Summirt man nunmehr in der aus ($\mathfrak{C}'''$) hervorgehenden Formel:

$$\frac{\chi(\omega_k)}{\omega_k} = \frac{\zeta_k}{\omega_k} + \frac{\chi(\omega_{k-1})}{\omega_{k-1}} \qquad (k=2,3,\ldots \nu)$$

über alle Werthe $k = 2, 3, \ldots \nu$, so resultirt, wenn man berücksichtigt, dass $\omega_1 = 1$ ist, die Formel:

$$(\mathfrak{F})\qquad \frac{\chi(\omega_\nu)}{\omega_\nu} = \chi(1) + \sum_{k=2}^{k=\nu} \frac{\zeta_k}{\omega_k} \qquad \left(0 \leqq \zeta_k < \frac{\omega_k}{\omega_{k-1}}\right),$$

welche die Bestimmung der Zahlen $\chi(\omega_\nu)$ aus den Zahlen ζ enthält.

Nimmt man in dieser Formel $(\mathfrak{F})$ die ganze Zahl $\chi(1)$ ganz beliebig und die Zahlen ζ_k irgend wie gemäss der Ungleichheitsbedingung:

$$0 \leqq \zeta_k < \frac{\omega_k}{\omega_{k-1}}$$

an, so genügen die Zahlen $\frac{\chi(k)}{k}$, welche sich daraus mittels der Gleichung:

$$\chi(k) = \left[\frac{k}{\omega_k}\chi(\omega_k)\right] = k\chi(1) + \left[\sum_h \frac{k\zeta_h}{\omega_h}\right] \qquad (h = 2, 3, \ldots k)$$

bestimmen, der Convergenzbedingung:

$$\left|\frac{\chi(h)}{h} - \frac{\chi(k)}{k}\right| < \frac{1}{h} \qquad (h < k)$$

und convergiren also stets mit wachsendem k gegen einander; die Divergenzbedingung $(\mathfrak{D})$ beschränkt aber noch in gewisser Weise die Wahl der Zahlen ζ_k.

Gemäss der erwähnten Bedingung soll nämlich für jede rationale Zahl r eine Zahl m so bestimmt werden können, dass:

$$\left|r - \frac{\chi(m)}{m}\right| > \frac{1}{m}$$

wird. Ist nun ω_μ die kleinste der Zahlen ω, welche den Nenner von r als Theiler enthält, so kann man:

$$r = \frac{g}{\omega_\mu}$$

setzen, wo g eine ganze Zahl bedeutet. Alsdann kann für m eine Zahl ω_ν und dabei $\nu > \mu$ genommen werden. Damit nun:

$$\left|r - \frac{\chi(m)}{m}\right| = \left|\frac{g}{\omega_\mu} - \frac{\chi(\omega_\nu)}{\omega_\nu}\right| > \frac{1}{\omega_\nu}$$

werde, braucht nur die Ungleichheitsbedingung:

$$\frac{1}{\omega_\nu} < \frac{\chi(\omega_\nu)}{\omega_\nu} - \frac{\chi(\omega_\mu)}{\omega_\mu} < \frac{1}{\omega_\mu} - \frac{1}{\omega_\nu}$$

erfüllt zu sein, da alsdann für $g \leqq \chi(\omega_\mu)$:

$$\frac{\chi(\omega_\nu)}{\omega_\nu} - \frac{g}{\omega_\mu} = \frac{\chi(\omega_\nu)}{\omega_\nu} - \frac{\chi(\omega_\mu)}{\omega_\mu} + \frac{\chi(\omega_\mu) - g}{\omega_\mu} > \frac{1}{\omega_\nu}$$

und für $g > \chi(\omega_\mu)$, d. h. also für $g - \chi(\omega_\mu) \geqq 1$:

$$\frac{g}{\omega_\mu} - \frac{\chi(\omega_\nu)}{\omega_\nu} = \frac{g - \chi(\omega_\mu)}{\omega_\mu} + \frac{\chi(\omega_\mu)}{\omega_\mu} - \frac{\chi(\omega_\nu)}{\omega_\nu} > \frac{1}{\omega_\nu}$$

ist. Führt man in jener Ungleichheitsbedingung an Stelle der Zahlen χ die Zahlen ζ ein, so geht dieselbe in folgende über:

$$\frac{1}{\omega_\nu} < \sum_{k=\mu+1}^{k=\nu} \frac{\zeta_k}{\omega_k} < \frac{1}{\omega_\mu} - \frac{1}{\omega_\nu},$$

und diese ist offenbar stets erfüllt, wenn nicht alle Zahlen:

$$\zeta_{\mu+1}, \zeta_{\mu+2}, \ldots \zeta_{\nu-1}$$

gleichzeitig den kleinsten oder den grössten Werth haben, welchen sie vermöge der Bedingungen:

$$0 \leqq \zeta_k < \frac{\omega_k}{\omega_{k-1}}$$

überhaupt annehmen können. Sobald also nur nicht alle Zahlen ζ_k, von einem gewissen Werthe $k = \mu$ an, gleichzeitig ihren kleinsten oder ihren grössten Werth haben, kann die Zahl ν stets so gewählt werden, dass die Ungleichheitsbedingung:

$$\frac{1}{\omega_\nu} < \frac{\chi(\omega_\nu)}{\omega_\nu} - \frac{\chi(\omega_\mu)}{\omega_\mu} < \frac{1}{\omega_\mu} - \frac{1}{\omega_\nu}$$

und demnach auch die Divergenzbedingung:

$$\left| r - \frac{\chi(\omega_\nu)}{\omega_\nu} \right| > \frac{1}{\omega_\nu}$$

besteht. Durch die Divergenzbedingung ($\mathfrak{D}$) wird also die Wahl von $\zeta_2, \zeta_3, \ldots$, welche an die Bedingung:

$$0 \leqq \zeta_k < \frac{\omega_k}{\omega_{k-1}}$$

geknüpft war, nur noch dahin beschränkt,

> dass nicht allen auf irgend eine Zahl ζ_μ folgenden Zahlen $\zeta_{\mu+1}, \zeta_{\mu+2}, \ldots$ gleichzeitig der kleinste oder der grösste Werth beigelegt werden darf.

Die hiermit angegebenen Bestimmungen für die Wahl der Zahlen ζ_k sind nothwendig und hinreichend dafür,

> dass die aus der Formel ($\mathfrak{F}$) hervorgehenden Zahlen $\frac{\chi(k)}{k}$ gegen einander, und nicht gegen irgend eine rationale Zahl convergiren.

Alle Gesetze der Zahlen $\chi(k)$ müssen sich also aus deren Darstellung in der Form:

$$(\mathfrak{J}^0) \qquad k\chi(1)+\left[\sum_h \frac{k\zeta_h}{\omega_h}\right] \qquad (h=2,3,\ldots k)$$

ergeben, wo die Zahlen ζ_h irgend welche der Bedingung:

$$0 \leqq \zeta_h < \frac{\omega_h}{\omega_{h-1}}$$

genügende Zahlen bedeuten, mit einzigem Ausschluss solcher, für die, wenn μ irgend eine ganze Zahl bedeutet:

$$\zeta_h = 0 \qquad (h>\mu)$$

oder:

$$\zeta_h = \frac{\omega_h}{\omega_{h-1}} - 1 \qquad (h>\mu)$$

ist.

Die obige in der Gleichung $(\mathfrak{J})$ enthaltene Bestimmung der Zahlen $\chi(k)$ ist nicht die einzig mögliche, sondern nur die möglichst einfache. Die allgemeinste vollständige Bestimmung der Zahlen $\chi(k)$ ergiebt sich, wenn man in der obigen Entwickelung an Stelle jener Zahlen $1, \omega_2, \omega_3, \ldots$ irgend welche Zahlen $1, \Omega_2, \Omega_3, \ldots$ nimmt, welche die Eigenschaft haben,

dass erstens jede durch die vorhergehende theilbar ist, und dass zweitens alle ganzen Zahlen Divisoren von Zahlen Ω sind.

Bezeichnet man die verschiedenen Divisoren von Ω_ν, die nicht zugleich Divisoren von $\Omega_{\nu-1}$ sind, mit:

$$\mathfrak{n}_{\nu 1}, \mathfrak{n}_{\nu 2}, \mathfrak{n}_{\nu 3}, \ldots,$$

so kann man sich, da gemäss der zweiten Voraussetzung unter den Zahlen $\mathfrak{n}$ alle ganzen Zahlen vorkommen, diese in der Reihenfolge:

$$\mathfrak{n}_{21}, \mathfrak{n}_{22}, \ldots \mathfrak{n}_{2a};\ \mathfrak{n}_{31}, \mathfrak{n}_{32}, \ldots \mathfrak{n}_{3b};\ \mathfrak{n}_{41}, \mathfrak{n}_{42}, \ldots \mathfrak{n}_{4c}; \ldots$$

denken, und die Zahl Ω_ν ist dann als das kleinste Vielfache aller derjenigen Zahlen $\mathfrak{n}$ zu definiren, deren erster Index eine der Zahlen $2, 3, \ldots \nu$ ist. Wenn man andrerseits die sämmtlichen positiven ganzen Zahlen $2, 3, 4, \ldots$ nach irgend einem Gesetze ordnet und alsdann für Ω_2 das kleinste Vielfache der a ersten Zahlen, für Ω_3 das kleinste Vielfache der $a+b$ ersten Zahlen, für Ω_4 das kleinste Vielfache der $a+b+c$ ersten Zahlen u. s. f. nimmt, so erhält man stets Zahlen Ω von der oben angegebenen Beschaffenheit.

Ersetzt man in der obigen Entwickelung die Zahlen ω durch irgend welche der allgemeineren Zahlen Ω, so resultirt unmittelbar die Formel:

$$(\bar{\mathfrak{F}}) \qquad \frac{\chi(\Omega_\nu)}{\Omega_\nu} = \chi(1) + \sum_{k=2}^{k=\nu} \frac{Z_k}{\Omega_k},$$

welche die obige ihr vollständig analoge Formel ($\mathfrak{F}$) als speciellen Fall enthält. Die Wahl der Coefficienten Z_k ist hierbei nur durch die Ungleichheitsbedingung:

$$0 \leqq Z_k < \frac{\Omega_k}{\Omega_{k-1}}$$

und ausserdem dadurch beschränkt, dass nicht die sämmtlichen auf irgend ein Z_μ folgenden Zahlen Z_k ihren kleinsten oder ihren grössten Werth haben dürfen.

Die hieraus sich ergebenden Zahlen $\frac{\chi(k)}{k}$ werden durch die Gleichung:

$$(\bar{\mathfrak{F}}^0) \qquad \chi(k) = k\chi(1) + \left[\sum_h \frac{kZ_h}{\Omega_h}\right] \qquad (h = 2, 3, \dots k)$$

definirt, in welcher die Summation nur bis zu einem Werthe von h zu erstrecken ist, für welchen Ω_h durch k theilbar wird. Auch die so bestimmten Zahlen $\frac{\chi(k)}{k}$ convergiren stets mit wachsendem k gegen einander und niemals gegen eine rationale Zahl.

Den für die Zahlen Ω_ν aufgestellten Bedingungen wird offenbar entsprochen, wenn:

$$\Omega_\nu = 2 \cdot 3 \cdot 4 \dots \nu$$

genommen wird, und man kann daher die Zahlen $\chi(k)$ durch die Gleichung:

$$\chi(k) = k\chi(1) + \left[\sum_h \frac{km_h}{h!}\right] \qquad (h = 2, 3, \dots k)$$

bestimmen, wenn man die Zahlen m_h irgendwie gemäss der Ungleichheitsbedingung:

$$0 \leqq m_h < h$$

wählt, mit alleinigem Ausschluss von Werthen:

$$m_{\mu+1} = 0,\ m_{\mu+2} = 0, \quad m_{\mu+3} = 0, \dots$$
$$m_{\mu+1} = \mu,\ m_{\mu+2} = \mu + 1,\ m_{\mu+3} = \mu + 2, \dots,$$

da bei einer solchen Bestimmung der Zahlen m die Zahlen $\frac{\chi(k)}{k}$ gegen einen rationalen Werth convergiren würden.

Hält man nur die erste der beiden für die Zahlen Ω angenommenen Eigenschaften fest und wählt also irgend welche Zahlen w_ν mit der einzigen Maassgabe, dass $w_1 = 1$ und für jede Zahl ν:

$$w_\nu \equiv 0 \pmod{w_{\nu-1}}$$

sein soll, so muss auch dann gemäss der Ungleichheit ($\mathfrak{E}'$):

$$0 \leqq \chi(w_\nu) - \frac{w_\nu}{w_{\nu-1}} \chi(w_{\nu-1}) < \frac{w_\nu}{w_{\nu-1}}$$

sein. Setzt man also:

$$\chi(w_\nu) - \frac{w_\nu}{w_{\nu-1}} \chi(w_{\nu-1}) = s_\nu ,$$

so wird:

$$0 \leqq s_\nu < \frac{w_\nu}{w_{\nu-1}}$$

und:

$$(\mathfrak{H}) \qquad \frac{\chi(w_\nu)}{w_\nu} = \chi(1) + \sum_{k=2}^{k=\nu} \frac{s_k}{w_k} \qquad \left(0 \leqq s_k < \frac{w_k}{w_{k-1}}\right).$$

Dieser Ausdruck genügt aber auch, wenn man für $s_2, s_3, \ldots s_\nu$ irgend welche die Ungleichheiten:

$$0 \leqq s_k < \frac{w_k}{w_{k-1}} \qquad (k = 2, 3, \ldots \nu)$$

befriedigende Zahlen nimmt, zur allgemeinsten Bestimmung der Zahlen $\chi(w_\nu)$, d. h. derjenigen Werthe der Function χ, deren Argumente eben jene besonderen Zahlen $w_2, w_3, w_4, \ldots$ sind. Jedoch sind damit nicht in so einfacher und vollständiger Weise, wie bei jener Bestimmung durch die Gleichung ($\bar{\mathfrak{J}}$), die Werthe der Function χ für beliebige Argumente k gegeben.

Der hier hervortretende Unterschied zwischen den angegebenen Bestimmungsweisen der Function χ ist in den Beziehungen begründet, welche zwischen den Zahlenwerthen:

$$\chi(1), \chi(2), \chi(3), \ldots \chi(k), \ldots$$

bestehen müssen, sofern:

$$\chi(1), \frac{\chi(2)}{2}, \frac{\chi(3)}{3}, \ldots \frac{\chi(k)}{k}, \ldots$$

eine Reihe gegen einander convergirender Zahlen bilden sollen. Dass solche Beziehungen überhaupt bestehen müssen, dass also nicht etwa die Werthe von $\chi(1), \chi(2), \chi(3), \ldots$ sämmtlich willkürlich angenommen werden können, zeigt sich in der oben abgeleiteten Gleichung:

$$(\overline{\mathfrak{D}})\qquad \chi(\nu) = \chi(\mu) + \chi(\nu-\mu) + \sigma_{\mu,\nu} \qquad (\sigma_{\mu,\nu} = 0 \text{ oder } \sigma_{\mu,\nu} = 1).$$

Diese kann auch in der Form:

$$0 \leqq \chi(\nu) - \chi(\mu) - \chi(\nu-\mu) \leqq 1$$

als Ungleichheitsbedingung dargestellt werden und erscheint so als eine Norm, an welche die Wahl von Werthen für:

$$\chi(1),\ \chi(2),\ \chi(3),\ \ldots$$

gebunden ist.

Es ist nun schon oben gezeigt worden, dass aus dieser Ungleichheitsbedingung die folgende:

$$0 \leqq \frac{\chi(k)}{d} - \chi\left(\frac{k}{d}\right) < 1 \qquad (k \equiv 0 \pmod{d})$$

hervorgeht, so dass diese als eine speciellere, in jener allgemeineren enthaltene Bedingung zu betrachten ist. Auch ist in derselben offenbar als eine speciellere Bedingung die folgende:

$$0 \leqq \chi(k) - \chi(k-1) - \chi(1) \leqq 1$$

enthalten. Aber diese beiden specielleren Bedingungen sind zur Bestimmung der Werthe $\chi(k)$ nicht in gleicher Weise geeignet. Wählt man nämlich die Werthe von χ für aufeinanderfolgende Argumente gemäss den Bedingungen:

$$0 \leqq \chi(k) - \chi(k-1) - \chi(1) \leqq 1,$$

so sind damit keineswegs immer für je zwei Zahlen μ, ν die allgemeineren Ungleichheiten:

$$0 \leqq \chi(\nu) - \chi(\mu) - \chi(\nu-\mu) \leqq 1$$

erfüllt. Wenn aber die Werthe von χ für eine Reihe von Argumenten $w_1, w_2, w_3, \ldots$ von denen jedes ein Vielfaches des vorhergehenden ist, irgend wie gemäss den aus:

$$0 \leqq \frac{\chi(k)}{d} - \chi\left(\frac{k}{d}\right) < 1 \qquad (k \equiv 0 \pmod{d})$$

für $k = w_\nu,\ d = \dfrac{w_\nu}{w_{\nu-1}}$ hervorgehenden Bedingungen:

$$0 \leqq \frac{w_{\nu-1}}{w_\nu}\chi(w_\nu) - \chi(w_{\nu-1}) < 1 \qquad (\nu = 2, 3, 4, \ldots)$$

gewählt werden, so genügen die Werthe:

$$\chi(w_1),\ \chi(w_2),\ \chi(w_3),\ \ldots$$

eben nur denjenigen Bedingungen:

$$0 \leqq \frac{\chi(k)}{d} - \chi\left(\frac{k}{d}\right) < 1,$$

bei denen die Zahlen k und d sich unter den Zahlen $w_1, w_2, w_3, \ldots$ finden. Es handelt sich also noch darum, auch die Werthe von χ für alle nicht unter den Zahlen w vorkommenden Argumente den Bedingungen gemäss zu bestimmen. Dies geschieht, wie oben, mittels der Gleichung:

$$\chi(n) = \left[\frac{n\chi(w_\nu)}{w_\nu}\right],$$

sobald unter den Zahlen $w_1, w_2, w_3, \ldots$ eine Zahl w_ν vorkommt, welche n als Divisor enthält. Wenn dies aber nicht der Fall ist, so kann $\chi(n)$ nicht immer aus den Zahlen $\chi(w)$ bestimmt werden, d. h. es lässt sich dann nicht immer eine Zahl w_ν von der Beschaffenheit finden, dass $\chi(k)$ durch $\chi(w_\nu)$ eindeutig bestimmt wäre. Denn wenn eine Reihe von Zahlen:

$$\frac{\chi(w_1)}{w_1}, \frac{\chi(w_2)}{w_2}, \frac{\chi(w_3)}{w_3}, \ldots$$

genommen wird, welche gegen einen (reducirten) Bruch $\frac{l}{m}$ convergiren, so wird $\chi(w_k)$ durch die Gleichung:

$$\chi(w_k) = \left[\frac{w_k l}{m}\right]$$

bestimmt, und es lässt sich dann keine noch so grosse Zahl w_ν finden, für welche — wenn n ein Vielfaches von m ist — $\chi(n)$ durch jene Gleichung:

$$\chi(n) = \left[\frac{n\chi(w_\nu)}{w_\nu}\right]$$

richtig bestimmt wird. Der richtige Werth von $\chi(n)$ ist nämlich, gemäss der Definition der Function χ, durch die Gleichung:

$$\chi(n) = \left[n \cdot \frac{l}{m}\right] = \frac{ln}{m}$$

gegeben, während offenbar:

$$\left[\frac{n\chi(w_\nu)}{w_\nu}\right] = \left[\frac{n}{w_\nu}\left[\frac{w_\nu l}{m}\right]\right] < \frac{ln}{m}$$

wird, sobald w_ν kein Vielfaches von m ist.

Darum eben sind oben die Zahlen Ω, welche an Stelle der Zahlen w zu nehmen sind, noch der Bedingung unterworfen worden, dass alle ganzen Zahlen n in Zahlen Ω als Divisoren enthalten seien; und die Besonderheit der Reihen:

$$\sum_k \frac{Z_k}{\Omega_k} \qquad \left(0 \leqq Z_k < \frac{\Omega_k}{\Omega_{k-1}}\,; k = 2, 3, 4, \ldots\right)$$

Über die Lage der inneren weiblichen Geschlechtsorgane.

Von W. Waldeyer.

Der treffliche Bericht K. Bardeleben's über die Topographie der inneren weiblichen Geschlechtsorgane[1] hat wohl einen gewissen Abschluss in dieser vielfach umstrittenen Frage gebracht; immerhin mag es gestattet sein die gegenwärtig wohl von der Mehrheit der Anatomen und Gynäkologen getheilte Ansicht durch einige neue und unanfechtbare Beweismittel zu stützen.

Ich verfüge abermals über zwei Gefrierdurchschnitte völlig normaler und wohlgebauter weiblicher Leichen jugendlichen Alters. Die eine derselben ist die einer im 4. Monate Schwangeren, die andere die einer 23jährigen Jungfrau. Die beiden betreffenden Personen erlitten den Ertrinkungstod.

Ich beschränke mich in der nachfolgenden Darstellung nicht allein auf das Verhalten der Beckenorgane, sondern hebe auch diejenigen Punkte hervor, welche für die Topographie der übrigen Eingeweide von Interesse erscheinen. Immer noch sind die Erfahrungen dieser Art an völlig gesunden und wohlgebildeten Leichen, zumal weiblichen Geschlechts, so sparsam, dass Jedem, dem in dieser Beziehung ein reichliches Material zur Verfügung steht, die Verpflichtung obliegt, dasselbe zu verwerthen und der topographischen Anatomie damit immer festere Grundlagen zu geben.

Ich knüpfe bei der diesmaligen Schilderung auch wieder an das vorliegende Hauptwerk W. Braune's (Topographisch-anatomischer Atlas. Nach Durchschnitten an gefrorenen Cadavern. Leipzig 1872. Gr. Fol.) und an meine vor zwei Jahren erschienene Abhandlung: Medianschnitt einer Hochschwangeren bei Steisslage des Foetus, nebst Bemerkungen über die Lage- und Formverhältnisse des Uterus gravidus nach Längs- und Querschnitten. Bonn 1886, an.

---

[1] K. Bardeleben: Über die Lage der weiblichen Beckenorgane. Anatomischer Anzeiger, 1888. Nr. 19 21.

Über die Lage der inneren weiblichen Geschlechtsorgane.

Von W. Waldeyer.

Der treffliche Bericht K. Bardeleben's über die Topographie der inneren weiblichen Geschlechtsorgane[1] hat wohl einen gewissen Abschluss in dieser vielfach umstrittenen Frage gebracht; immerhin mag es gestattet sein die gegenwärtig wohl von der Mehrheit der Anatomen und Gynäkologen getheilte Ansicht durch einige neue und unanfechtbare Beweismittel zu stützen.

Ich verfüge abermals über zwei Gefrierdurchschnitte völlig normaler und wohlgebauter weiblicher Leichen jugendlichen Alters. Die eine derselben ist die einer im 4. Monate Schwangeren, die andere die einer 23jährigen Jungfrau. Die beiden betreffenden Personen erlitten den Ertrinkungstod.

Ich beschränke mich in der nachfolgenden Darstellung nicht allein auf das Verhalten der Beckenorgane, sondern hebe auch diejenigen Punkte hervor, welche für die Topographie der übrigen Eingeweide von Interesse erscheinen. Immer noch sind die Erfahrungen dieser Art an völlig gesunden und wohlgebildeten Leichen, zumal weiblichen Geschlechts, so sparsam, dass Jedem, dem in dieser Beziehung ein reichliches Material zur Verfügung steht, die Verpflichtung obliegt, dasselbe zu verwerthen und der topographischen Anatomie damit immer festere Grundlagen zu geben.

Ich knüpfe bei der diesmaligen Schilderung auch wieder an das vorliegende Hauptwerk W. Braune's (Topographisch-anatomischer Atlas. Nach Durchschnitten an gefrorenen Cadavern. Leipzig 1872. Gr. Fol.) und an meine vor zwei Jahren erschienene Abhandlung: Medianschnitt einer Hochschwangeren bei Steisslage des Foetus, nebst Bemerkungen über die Lage- und Formverhältnisse des Uterus gravidus nach Längs- und Querschnitten. Bonn 1886, an.

---

[1] K. Bardeleben: Über die Lage der weiblichen Beckenorgane. Anatomischer Anzeiger, 1888. Nr. 19–21.

In dem ersten der beiden hier zu beschreibenden Fälle handelt es sich um den durchaus normalen und wohlgebauten Körper einer 26jährigen Erstgeschwängerten. Der in der Körpermitte geführte Sägeschnitt hat nur am Rumpfe die Medianebene genau eingehalten; am Halse und Kopfe ist er einige Millimeter nach rechts abgewichen, soweit, dass die mittlere rechte Nasenmuschel, der Sinus cavernosus dexter, die rechte Tonsille, sowie an den drei oberen Halswirbeln die rechtsseitigen Gelenke angeschnitten sind. Auch ist hier nicht die Rima glottidis, sondern das rechte Stimmband getroffen worden. Die Vor- und Nachbehandlung des Schnittes war dieselbe wie ich sie in meiner vorhin angeführten Schrift angegeben habe. Ich kann dies Verfahren nach der abermals gewonnenen Erfahrung nur auf das Beste empfehlen, denn es ist auch hier wieder gut gelungen, die Schnittfläche eben zu erhalten und die Farben sind nicht zu sehr ausgebleicht. Ich glaube besonderes Gewicht auf die unmittelbar nach dem Abwaschen der Schnittfläche eintretende Behandlung mit einer relativ grossen Menge starken Alkohols (95 Procent), und zwar in abgekühltem Zustande, legen zu sollen. Ferner ist dafür zu sorgen, dass die Schnittfläche recht nahe am Oberflächenspiegel des Alkohols und zwar in der Horizontalebene liegt. Auch möchte ich rathen das Praeparat während der ersten 6—8 Wochen völlig unangetastet zu lassen und durch sorgfältige Unterpolsterung mit Watte dasselbe allseitig zu stützen.

Die etwas vor dem For. magnum herabgezogene, etwa 1^{cm} hinter dem Promontorium durchschneidende Schwerlinie tritt am hinteren Umfange des Epistropheuskörpers in den Wirbelkanal hinein, an dem hinteren Rande der Bandscheibe zwischen I. und II. Brustwirbel wieder in die Wirbelkörper ein, dann an der Bandscheibe zwischen XI. und XII. Brustwirbel auf's Neue in den Wirbelkanal, welchen sie in der Mitte des V. Lendenwirbels wieder verlässt. Innerhalb der Lendenwirbelsäule hält sich diese Linie immer dicht an der hinteren Fläche der Wirbelkörper, so dass hier nur eine sehr geringe Krümmung vorhanden ist.

Besondere, hier zu erwähnende Verhältnisse am Kopfe und Halse sind nicht anzuführen. Für weitere Maass- und Lageverhältnisse sei Folgendes hervorgehoben:

Der obere Rand des Manubrium sterni entspricht dem unteren Drittel der Vorderfläche des II. Brustwirbels. Der Abstand zwischen beiden Punkten beläuft sich auf $4^{cm}.3$ im Lichten. — Die ein wenig von oben und vorn nach unten und hinten gerichtete Synchondrose zwischen Manubrium und Corpus Sterni (am Sternalwinkel) correspondirt genau mit dem oberen Rande des V. Brustwirbels. Ich

mache darauf aufmerksam, dass sich dies hier ebenso verhält, wie bei dem von mir in der erwähnten Schrift besprochenen Falle. Der Abstand zwischen beiden Punkten im Lichten beträgt genau 8^{cm} ($8^{cm}5$ in dem früheren Falle). Das untere Ende des Proc. xiphoideus entspricht der Mitte des X. Brustwirbels, ebenfalls in Übereinstimmung mit dem erwähnten früheren Durchschnitte. Der Abstand zwischen beiden Punkten im Lichten ist nahezu 9^{cm}.

In der Brusthöhle sind getroffen worden: vorn unmittelbar hinter dem Sternum ein Stück der rechten Lunge, oberhalb desselben ein wohlerhaltener, deutlich von dem benachbarten Fettgewebe sich abhebender Thymusrest. Derselbe hat auf dem Durchschnitte eine Länge von fast 4, eine Dicke von $1^{cm}2$. Oberhalb desselben, unmittelbar hinter dem oberen Theile des Manubrium, treffen wir die Durchschnitte der V. anonyma und dahinter, dicht vor der Trachea verlaufend, der A. anonyma. Hinter der Thymus sehen wir an der rechten Körperhälfte den genau abgeschnittenen Sinus maximus der Aorta liegen. Links blicken wir in die aufsteigende Aorta hinein, hinter welcher, genau entsprechend dem Sternalwinkel, der Durchschnitt der A. pulmonalis dextra sich zeigt. Es trifft auch hier, wie in dem bereits mehrfach erwähnten Falle, die Höhe des Sternalwinkels zusammen mit der Mitte des Sinus maximus der Aorta und mit der Bifurcation der Pulmonalis. Vom Herzen liegt angeschnitten vor am meisten nach hinten der linke Vorhof, dann davor der rechte Vorhof und am meisten nach vorn und unten der rechte Ventrikel. Man sieht die Valvula tricuspidalis an der linken Schnitthälfte noch fast vollkommen erhalten. Im rechten Atrium zeigen sich an der rechten Schnitthälfte die einander genau gegenüberliegenden Mündungen der beiden grossen Hohlvenen; an der unteren ist eine wohlerhaltene, weit vorspringende Valvula Eustachii zu merken. Auch fällt die Mündung des Sinus coronarius genau in die Schnittebene. Hinter dem Oesophagus, welcher zum weitaus grössten Theile an der linken Seite liegen geblieben ist, findet sich, vom X. bis V. Brustwirbel aufwärts steigend, die V. azygos eröffnet.

Für die Lage der Eingeweide in der Bauchhöhle erscheint die beträchtliche Ausdehnung des Magens bemerkenswerth. Derselbe war mit Speisen gefüllt und reicht bis stark 2 Fingerbreit unter den Nabel herab. In dieser ganzen Ausdehnung liegt er, vom vorderen Leberrande an, in unmittelbarer Berührung mit der vorderen Bauchwand. Das Colon transversum mit dem etwas zusammengerollten grossen Netze liegt dicht unter dem Magen und ebenfalls der vorderen Bauchwand an. Einzelne hierhergehörige Maasse anlangend, so beträgt der Abstand des unteren Endes des Proc. xiphoideus vom

oberen Rande der Symphyse 35cm. Von dieser Strecke kommen auf die Leber 8cm, auf die Fläche, welche der Magen an der vorderen Bauchwand einnimmt, 13cm2. Der höchste Punkt des Zwerchfells entspricht der Synchondrose zwischen dem IX. und X. Brustwirbel, nähert sich also dem Verhalten, welches Braune bei dem von ihm veröffentlichten Durchschnittsbilde eines jungen Mannes fand. Der Spigel'sche Lappen misst 6cm und liegt, vom Schnitte getroffen, steil aufwärts unmittelbar der Wirbelsäule entlang vom Beginn des X. Brustwirbels bis zur Mitte des XII. Brustwirbels. In Lage und Form entspricht er somit genau den von His mitgetheilten Befunden. Unmittelbar hinter dem Magen sehen wir in einer Länge von ebenfalls 6cm das Pankreas getroffen, hinter welchem die gleichfalls vom Schnitt halbirte Pfortader zur Leber aufwärts steigt. Der Abstand der hinteren Fläche des Pankreas von der Wirbelsäule beläuft sich noch auf stark 2cm, von der Oberfläche der (leeren) Aorta auf 1cm5.

Becken. Die kleine Beckenhöhle und auch ein Theil der grossen ist wesentlich von dem schwangeren Uterus ausgefüllt, welcher einen Foetus in Steisslage enthält. Der Uterus steht mit seinem höchsten Punkte in einer Horizontalebene mit dem Promontorium, den Körper in gewöhnlicher aufrechter Stellung gedacht. Genauer gesagt, geht diese Ebene durch den oberen Rand des vorderen Umfangs der Bandscheibe zwischen V. Lendenwirbel und Kreuzbein. Vom höchsten Punkte des oberen Symphysenrandes ist diese Ebene 11cm3 entfernt. Zwischen vorderem Uterusumfang und Bauchwand liegt eine Lage Dünndarmschlingen, hinter dem Uterus nur das leicht gewundene obere Stück des Rectum. Zwischen vorderer unterer Uterinfläche und der Symphyse befindet sich die leere Blase. Letztere zeigt ein bemerkenswerthes Verhalten insofern, als ihre Wandungen 11mm im Dickendurchmesser zeigen, also bedeutend stärker sind, als man sie sonst bei der weiblichen Blase zu finden pflegt. Im Zusammenhange hiermit steht wohl die Form der Blase. Dieselbe ist nicht die bekannte, schüsselförmig von oben her eingedrückte, wie ich sie bis jetzt stets bei leerer Blase von Nulliparen gefunden habe, sondern gleicht mehr der Form der leeren männlichen Blase. Dieselbe Form zeigt auch der bekannte Braune'sche Durchschnitt einer im ersten Monat schwangeren Frau sowie der erwähnte von mir veröffentlichte, und auch hier sind die Wandungen erheblich dicker als bei Nulliparen. Ist es gestattet, aus diesen Beobachtungen einen Schluss zu ziehen, so möchte ich mit K. Bardeleben annehmen, dass beim schwangeren Weibe schon sehr frühzeitig die Blase an der allgemeinen Hypertrophie der Beckenorgane theilnimmt und ferner,

dass die Schüsselform der leeren Nulliparenblase aus der geringen Dicke der Wandung zu erklären ist.

Das grösste Interesse beansprucht das Verhalten der Gebärmutter. Man kann annähernd die Grösse ihres schwangeren Corpus auf die eines neugeborenen Kindskopfes angeben. Genauer bestimmt misst sie, einschliesslich ihrer Wandungsdicke, im Längsdurchmesser $12^{\text{cm}}3$, im Höhendurchmesser $9^{\text{cm}}9$. Im Lichten misst sie der Länge nach 11^{cm}, der Höhe nach $7^{\text{cm}}8$. Die Placenta befindet sich an der hinteren oberen Wand. Ihre Dicke (9^{mm}) muss somit von der Höhenlichtung noch in Abzug gebracht werden. Die Nabelschnur inserirt in der Mitte der Placenta und ist die Insertion ziemlich genau vom Schnitt getroffen. Die Dicke der Uterinwand ist verschieden; am stärksten erscheint sie unten und vorn im Bereiche der Harnblase (6^{mm}), am schwächsten oben und vorn, entsprechend dem vorderen Placentarrande, und im Bereiche der Placenta selbst (2—3^{mm}).

Bemerkenswerth ist die Lage und Stellung des Uterus. Sie entspricht genau der von Schultze, His, K. Bardeleben und mir angenommenen Normallage im nichtschwangeren Zustande. Es steht nämlich die Portio vaginalis und die Cervix in gewöhnlicher Weise nahezu senkrecht im Beckenraume und es bildet die Längsaxe des fruchthaltenden Theils mit der Cervix einen nahezu rechten Winkel (genauer gesagt einen Winkel von 96°). In dieser Längsaxe des Uteruslumens liegt mit seiner Längsaxe der Foetus, und zwar den Kopf nach vorn, oben und rechts, den Steiss nach hinten und ein wenig nach unten und links gewendet. Man kann sagen, dass das Corpus uteri gleichsam in der Richtung des oberen Theils der Führungslinie des kleinen Beckens aus dem letzteren herausgewachsen sei. Dabei hat sich das Corpus uteri nach allen Richtungen hin ausgedehnt, sowohl nach oben und unten, wie auch nach vorn und hinten; nach oben soweit es zunächst kommen konnte, d. h. bis an den I. Kreuzwirbel und das Promontorium, welchen Theilen es unmittelbar anliegt. Auch nach hinten, in die Kreuzsteissbeinhöhlung hinein, hat sich der Uteruskörper beträchtlich entwickelt und liegt gerade hier, im hintersten Ende desselben, der Steiss des Foetus. Letzterer correspondirt also keineswegs mit dem inneren Muttermunde und befindet sich dieser vielmehr fast 3^{cm} (im Lichten gemessen) weiter nach vorn. Verlängert man die Längsaxe des Uterus bez. die des Foetus, so trifft diese Linie die Mitte des I. Steisswirbelkörpers. Dem inneren Muttermunde gegenüber liegt die linke Weichengegend des Kindes. Soll man nun hier von einer Querlage oder einer Steisslage der Frucht sprechen? Mir scheint, dass noch keine von beiden in reiner Form vorliegt, dass aber wahrscheinlich bei weiterem

Wachsthum der Frucht und des Uterus sich eine erste Beckenendlage entwickelt haben würde.

Die Stelle des inneren Muttermundes ist durch eine deutliche trichterförmige Vertiefung bezeichnet, in welche die Decidua uteri sich ein wenig hineinsenkt, über welche aber die beiden Foetalhäute ohne Einsenkung hinwegstreichen. Der innere Muttermund liegt ungefähr 1^{cm} bis 1^{cm}2 über der Horizontalebene des oberen Symphysenrandes.

Scheide und Cervix uteri zeigen sich bereits, dem schwangeren Zustande entsprechend, etwas hypertrophirt. Auffallend ist die starke Entwickelung der vorderen Muttermundlippe, welche eine Länge von 9^{mm} besitzt. Die Scheitel-Steisslänge des Foetus beträgt 9^{cm}5. Das Alter der Frucht muss also auf 12—13 Wochen geschätzt werden.

Der zweite hier kurz zu schildernde Medianschnitt betrifft den Leichnam einer 23jährigen Nullipara. Der Körper erschien durchaus tadellos gebaut, von schlanker Statur und guter Ernährung. Ich hatte dies Mal, um den etwaigen Einfluss der Körperhaltung beim Gefrieren und den Einfluss des Füllungszustandes der Blutgefässe zu prüfen, letztere vorher mit Wachs injiciren und den Leichnam dann in aufrechter Stellung aufgehängt gefrieren lassen. Der Durchschnitt ergab genau dasselbe Resultat wie bei den von mir früher (s. Anatom. Anzeiger 1886 Nr. 2) für Nulliparae beschriebenen Fällen. Der Uterus steht mit seiner Cervix ziemlich senkrecht. Im Bereich des inneren Muttermundes fügt sich daran unter einem nach vorn geneigten spitzen Winkel das Corpus uteri. Die Blase zeigt sehr ausgeprägt die schüsselförmige Gestalt, sowie eine deutliche Plica vesicalis transversa.

Bei der Injection war in der Bauchhöhle ein erhebliches venöses Extravasat entstanden, welches sich jedoch nur bis zum Promontorium erstreckt, sonach keinen Einfluss auf die Lage des Uterus gehabt haben konnte; dies um so weniger, als mehrere mit Gas gefüllte Dünndarmschlingen zwischen dem Extravasat und dem Uterus gelegen sind.

Es findet sich eine deutliche etwa haselnussgrosse mit Peritonealflüssigkeit gefüllte Excavatio vesico-uterina, von welcher die Schüssel der Blase einen Theil bildet. Ferner haben wir eine ebenfalls leere, d. h. mit Flüssigkeit gefüllt gewesene Excavatio recto-uterina, welche bequem einen Finger aufnehmen kann. Interessant ist das Verhalten des grossen Netzes; es geht dieses nämlich über die Blase und das Corpus uteri hinweg bis in den Douglas'schen

Raum. Dabei sendet es in beide Excavationen ziemlich mächtige, fetthaltige, fransenartige Fortsätze hinein, welche ähnlich wie Plexus chorioidei in diese Räume niederhängen. Eine Dünndarmschlinge lagert von der Symphyse her, sich allen Erhabenheiten und Vertiefungen anschmiegend, bis zum DOUGLAS'schen Raume hin.

Ausserordentlich ausgeprägt sind die hinteren DOUGLAS'schen Falten, welche, vom Torus uterinus ausgehend, nahezu frontal von links nach rechts verlaufen. Zwischen diesen und der Plica vesicalis transversa liegt an der seitlichen Beckenwand in der von HIS und mir beschriebenen Weise das Ovarium mit der nach hinten herumgeschlagenen Tube. Der Tubentrichter geht indessen über die DOUGLAS'sche Falte hinweg und ragt in das Spatium Douglasii hinein.

Es erscheint mir besonders bemerkenswerth, dass der schwangere Uterus, wie aus dem ersten der hier geschilderten Praeparate hervorgeht, in der ersten Zeit die Lage beibehält, welche er im ungeschwängerten Zustande hat. Bei der vergleichenden Betrachtung beider Fälle drängt sich dann auch unwillkürlich der Gedanke auf, dass die antevertirte und gegen die Cervix flectirte Lage des Uteruskörpers auch mit Rücksicht auf den graviden Zustand die vortheilhafteste sei. Denn aus dieser Lage heraus kann sich das schwangere Corpus, ohne auf Widerstände zu stossen, in der Richtung des am meisten freien Raumes, und ohne seine Stellung wesentlich zu ändern, zwischen Symphyse und Promontorium in der Führungsaxe des Beckens ungehemmt nach vorn entwickeln.

Über die Entwickelung der Sexualdrüsen und der äusseren Geschlechtstheile beim Menschen.

Von Dr. W. Nagel
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Waldeyer.)

Alle Specialwerke und embryologischen Lehrbücher geben in Bezug auf die erste Entwickelung der männlichen Sexualdrüse beim Menschen und bei den höheren Säugethieren das übereinstimmende Urtheil ab: dass wir hierüber eigentlich nichts wissen. Was speciell den Menschen betrifft, kann dieser Ausspruch auch für die erste Entwickelung der weiblichen Sexualdrüse gelten; denn die neueren Arbeiten auf diesem Gebiete von G. von Mihalkovicz (Entwickelung des Harn- und Geschlechtsapparates der Amnioten. Internationale Monatsschrift für Anatomie und Histologie Bd. II), J. Janosik (Histologisch-embryologische Untersuchungen, XCI. Bd. der Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften, III. Abtheil., Febr.-Heft 1885), H. Meyer (Über die Entwickelung der menschlichen Eierstöcke, Archiv für Gynaecologie, Bd. XXIII), beschäftigen sich entweder gar nicht mit dem menschlichen Embryo oder doch nur mit solchen von einer mehr vorgeschrittenen Entwickelungsstufe.

Ich habe nun in dem verflossenen Jahre im hiesigen anatomischen Institut eine verhältnissmässig grosse Anzahl menschlicher Embryonen aus den ersten Wochen untersucht und verdanke das Material Hrn. Prof. Dr. Gusserow. Die meisten dieser Embryonen konnten frisch in die Härtungsflüssigkeit (Müller'sche Flüssigkeit, Flemming'sche oder Fol'sche Lösung) eingelegt werden und waren so wohl erhalten, dass ich aus denselben Aufschlüsse über die erste Entwickelung der Sexualdrüsen des Menschen habe gewinnen können.

Die jüngsten menschlichen Embryonen, welche, in Paraffin eingebettet und in Reihenschnitte zerlegt, ich untersucht habe, hatten eine Länge von 11—13^{mm}. Bei diesen ist die Keimdrüse eben angelegt und zeichnet sich als $0^{mm}.5$ langer und $0^{mm}.3$ breiter Wulst an

der Innenseite des WOLFF'schen Körpers an derselben Stelle, wo auch bei den meisten übrigen Wirbelthieren die erste Anlage der Sexualdrüse zu sehen ist (WALDEYER).

Schon auf dieser Entwickelungsstufe vermag man deutlich das männliche von dem weiblichen Geschlechte zu trennen.

Die eben angelegte Sexualdrüse besteht der Hauptsache nach aus epithelialen Elementen, welche gegen das Stromagewebe des WOLFF'schen Körpers deutlich abzugrenzen sind. In diesem Keimepithelwulst bemerkt man deutlich bei einigen Embryonen stellenweise eine gewisse regelmässige Anordnung der Zellen; sie bilden geschlängelte Stränge, welche theils unter sich, theils mit der Oberfläche in Verbindung stehen. Zwischen den genannten Strängen erkennt man deutlich, aber nur an der Basis des Organs, spärliche Züge von zartem embryonalen Bindegewebe mit spindelförmigen Zellen. Ferner sieht man, über das ganze Organ vertheilt, einzelne grosse Zellen, die sofort durch ihren blassen 8 μ grossen Kern in die Augen fallen.

Das ist die erste Anlage des Hodens; die grossen Zellen sind die Ursamenzellen.

Bei anderen menschlichen Embryonen derselben Grösse bietet der Keimepithelwulst ein ganz anderes Aussehen: hier ist von einer Anordnung der Zellen zu Strängen nicht die Rede; es lässt sich überhaupt keine bestimmte Anordnung der Zellen erkennen und die zarten Züge embryonalen Bindegewebes, welche bei den ersterwähnten deutlich an der Basis des Organs zu erkennen waren, sind hier wohl an einzelnen Stellen vorhanden, aber mehr zurücktretend. Ganz auffallend ist aber, dass die grossen Zellen bei den hier in Rede stehenden Embryonen viel zahlreicher auftreten als bei den ersterwähnten. Besonders ist dieses auffallend bei einer Durchmusterung ganzer Schnittserien. Ausserdem sind die Zellen grösser und lassen meist ein deutliches Protoplasma erkennen. Jede dieser Zellen misst bis zu 16 μ. Auch der Kern ist etwas grösser als der der Ursamenzellen (9 μ) und lässt meistens ein deutliches Kerngerüst erkennen.

Das ist die erste Anlage des Eierstocks; die grossen Zellen sind die Ureier.

Sowohl dieser Befund an sich, wie auch die Verfolgung der weiteren Entwickelung berechtigt meines Erachtens zu dem Ausspruch, dass eine Trennung des Geschlechts schon in sehr frühen Stadien, ja vielleicht von Anfang an, stattfindet, und nicht, wie allgemein gelehrt wird, erst in einer viel späteren Periode. Sobald die Keimdrüse als solche angelegt ist, kann man auch unterscheiden ob der Embryo männlich oder weiblich ist.

Meine Untersuchungen haben ferner gezeigt, dass die Entwickelung der Sexualdrüse bei beiden Geschlechtern von Anfang an eine so verschiedene ist, dass es nicht berechtigt erscheint, wie die meisten Autoren dieses thun (s. u. A. Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte von O. Hertwig, Jena 1888, 2. Auflage) eine vollkommene Übereinstimmung in der Entwickelung von beiderlei Geschlechtsdrüsen anzunehmen.

Betrachten wir zunächst den Hoden.

Die vorhin erwähnten Zellstränge wachsen theils durch Vermehrung ihrer eigenen zelligen Elemente, theils dadurch, dass die Keimepithelzellen (mit den aus ihnen hervorgegangenen Ursamenzellen), welche wie gesagt den Hauptbestandtheil des Geschlechtswulstes bilden, sich immer mehr und mehr zu Strängen ordnen. Der letzte Vorgang ist die Hauptquelle für die Vermehrung der Zellstränge. Irgend eine Betheiligung von Seiten der Wolff'schen Kanäle, wie Kölliker, Waldeyer u. A. annehmen, findet nicht statt. Schritthaltend mit der Wucherung der zelligen Elemente, wachsen vom Gewebe des Wolff'schen Körpers junge Bindegewebszellen in den Keimepithelwulst hinein und führen alsbald zur Bildung embryonalen Bindegewebes. An zwei Stellen tritt besonders früh die Bindegewebsbildung auf, nämlich dicht unterhalb der Oberfläche des Wulstes und zwischen den Zellsträngen: hierdurch erhält der Hoden ziemlich früh den für ihn eigenthümlichen Bau. An Embryonen von 18 bis 22^{mm} Länge, also bedeutend früher als Kölliker (Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere, Leipzig 1879) angiebt, erkennt man eine deutliche aus embryonalem Bindegewebe bestehende Albuginea, durch welche die Zellstränge, die späteren Samenkanälchen, vollständig von dem Oberflächenepithel, welches jetzt aus regelmässigen cubischen Zellen besteht, getrennt werden. Auf dieser Entwickelungsstufe bestehen die Zellstränge wesentlich aus regelmässig angeordneten lang-cylindrischen, nach der Mitte des Stranges, dem späteren Lumen, spitz zulaufenden Zellen mit einem deutlichen länglichen Kern. In den Zellsträngen zerstreut sieht man die vorhin erwähnten grossen Zellen, die Ursamenzellen.

Sobald die Zellstränge durch das embryonale Bindegewebe von dem Oberflächenepithel getrennt sind, wachsen sie nur durch Vermehrung ihrer eigenen zelligen Elemente und das Oberflächenepithel verhält sich, als einfaches Deckepithel, vollkommen passiv der weiteren Entwickelung des Hodens gegenüber. Eine spätere Neubildung von grossen Geschlechtszellen im Oberflächenepithel und ein späteres Hereinwachsen dieser in das unterliegende Stroma mit oder ohne Durchbrechung der einmal angelegten Albuginea, wie Mihalkovicz

und Janosik annehmen, findet nicht statt. — Ich habe wenigstens bei den von mir untersuchten menschlichen Embryonen keine Andeutung eines solchen Vorganges finden können.

Überhaupt ist die Entwickelung des Hodens beim Menschen nicht als ein Hereinwachsen von Zellsträngen in das unterliegende Bindegewebe aufzufassen, wie man dies nach Analogie mit dem bei niederen Thieren ermittelten Befunde (Semper und Balfour bei den Selachiern, Hoffmann bei den Amphibien) allgemein annimmt (vergl. auch Janosik). Der Vorgang ist vielmehr der, dass der durch die Wucherung des Keimepithels (im Sinne Waldeyer's) hervorgebrachte Wulst, welcher sich bei männlichen Individuen dadurch auszeichnet, dass verhältnissmässig wenige Keimepithelzellen sich zu Geschlechtszellen (Ursamenzellen) ausbilden, durch vorwachsendes embryonales Bindegewebe in Zellstränge zerlegt wird und letztere werden wiederum durch weitere Ablagerung von embryonalem Bindegewebe von der oberflächlichen Epithelschicht getrennt.

Das embryonale Bindegewebe stammt aus dem Stroma des Wolff'schen Körpers, eine Betheiligung von Seiten der Wolff'schen Kanäle findet hierbei nicht statt.

Das Oberflächenepithel des foetalen Hodens ist also nur als ein Rest des Keimepithels, als die äusserste Schicht des Keimepithelwulstes zu betrachten, und von dem Augenblick an, wo diese Schicht durch die neuangelegte Albuginea von den Zellsträngen getrennt wird, wandelt sie sich in ein einfaches Deckepithel um.

Die sogenannten Zwischensubstanzzellen, die sich durch ihren Protoplasmareichthum auszeichnen, und welchen auch Janosik eine besondere Aufmerksamkeit zuwendet, treten erst auf einer späteren Entwickelungsstufe auf.

Der Eierstock.

Ähnlich wie der Hoden kennzeichnet sich der Eierstock in seiner ersten Anlage auch als ein Keimepithelwulst, welcher sich aber dadurch von dem männlichen Epithelwulst unterscheidet, dass eine weit grössere Menge Keimepithelzellen sich in grosse Geschlechtszellen (Ureier) umwandelt und dass die Zellen niemals, auf keiner Stufe der Entwickelung, eine derartige schlauchähnliche Anordnung annehmen wie in der Anlage des Hodens; überhaupt sieht man in der Anlage des Eierstocks nichts, was mit den sogenannten Pflüger'schen Schläuchen eine Ähnlichkeit hat.

Viel später als beim Hoden und viel langsamer wuchern die Bindegewebszellen von dem Stroma des Wolff'schen Körpers (ohne

Betheiligung der Wolff'schen Kanäle) herkommend, in den Keimepithelwulst hinein und zerlegen durch Bildung von Bindegewebe diesen, und zwar die tieferen Schichten derselben, in die Eifächer oder Eiballen (Waldeyer). Zu Bildung einer Albuginea, wie Janosik angiebt, kommt es nicht: die oberste Schicht des Keimepithelwulstes bleibt bis zur Bildung der Primär-Follikel in ständiger Verbindung mit den tieferen Zellschichten.

Das Wachsthum der zelligen Elemente geschieht hauptsächlich an der Oberfläche der Eierstocksanlage. Durch starke Vermehrung der Keimepithelzellen in den oberen Schichten und Umwandelung eines grossen Theiles dieser in Ureier baut sich der Eierstock auf; schritthaltend hiermit wächst das junge Bindegewebe aus der Tiefe empor und zerlegt die neugebildeten Epithelmassen nach und nach in Eiballen. Die jüngsten Stufen der Entwickelung findet man also stets an der Oberfläche der Eierstocksanlage.

Die Entwickelung des Eierstocks ist nach meinen Untersuchungen bei Menschen also von vorneherein eine ganz andere als die des Hodens. Ebensowenig aber wie in der Anlage des Hodens ist, wie es als etwas gemeinschaftliches für beide Geschlechter allgemein geschildert wird, in der Anlage des Eierstocks von einem Hereinwachsen von Zellsträngen vom Keimepithel aus in das unterliegende Bindegewebe die Rede.

So, wie nach meinen Untersuchungen der Eierstock sich aufbaut, — und das Ergebniss dieser ist im Wesentlichen eine Bestätigung der Ansicht Waldeyer's (Eierstock und Ei, Leipzig 1870) — ist eine zweifache Einwanderung von Geschlechtszellen im Sinne von Mihalkovicz und Janosik nicht annehmbar.

Äussere Genitalien.

Auf eine ältere Angabe von Tiedemann sich stützend, sagt Bischoff (Entwickelungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen, Leipzig 1842), dass die äusseren Genitalien beim Menschen zu Anfang der sechsten Woche sich entwickeln und zunächst in einer Form, welche keinen Unterschied des Geschlechts zeigt, und sich mehr der bleibenden Form der weiblichen Genitalien anschliesst.

Diese Anschauung Bischoff's kann ich, nach meinen Untersuchungen zum grossen Theil bestätigen, nur möchte ich das erste Auftreten der Cloake und der inneren (siehe weiter unten) Geschlechtsfalten in ein früheres Stadium verlegen, denn menschliche Embryonen von 12^{mm} Länge, also nach His' (Anatomie menschlicher Embryonen.

Leipzig 1885.) Berechnung, die ich aber nicht als richtig anerkennen kann, etwa der Mitte der fünften Woche entsprechend, zeigen deutliche innere Geschlechtsfalten.

Es ist richtig, dass die inneren Genitalien lange vor den äusseren einen Geschlechtsunterschied erkennen lassen; dagegen kann ich O. Hertwig nicht beistimmen, wenn er sagt, dass die Entwickelungsvorgänge an den äusseren Genitalien bis zu Anfang des vierten Monats, wo der Embryo also eine Grösse von beiläufig 10^{cm} hat, bei männlichen und weiblichen Embryonen in jeder Beziehung dieselben sind.

Nach meinen Untersuchungen bieten schon Embryonen von 22^{mm} Länge (also etwa nach His aus der achten Woche) in ihren äusseren Genitalien Merkmale für das Geschlecht, indem um diese Zeit der Geschlechtsspalt bei männlichen Individuen sich vorn schliesst; hierdurch wird die Glans penis und die Urethralmündung gebildet und sind als solche deutlich zu erkennen.

In dem neuesten Lehrbuche der Entwickelungsgeschichte (von O. Hertwig) sind z. Th. die Ecker-Ziegler'schen Wachsmodelle als Grundlage für die Schilderung der Entwickelungsvorgänge an den äusseren Genitalien benutzt. Diese Modelle sind aber nicht völlig zutreffend. Nach meinen Untersuchungen geschieht nämlich die Bildung der Genitalien folgendermaassen: Zuerst bildet sich, wie allgemein bekannt, die Cloake oder Geschlechtsspalte. Um diese Spalte bilden sich die inneren Genitalfalten, wie ich dieselben nennen möchte. Der vordere Theil der inneren Geschlechtsfalten wächst frei heraus und bildet in der Weise den Genitalhöcker (Clitoris, Penis). Der Geschlechtshöcker bleibt unten offen; man muss sich nämlich vorstellen, dass der Geschlechtsspalt durch das Vorwachsen des vorderen Theils der inneren Geschlechtsfalten gewissermaassen in die Länge gezogen wird: die vordere Begrenzung des Spalts wird jetzt durch die freie Spitze des aus den inneren Geschlechtsfalten hervorgegangenen Geschlechtshöckers gebildet.

Bei $20-25^{mm}$ langen männlichen Embryonen (durch mikroskopische Untersuchung der inneren Organe habe ich festgestellt, dass es sich wirklich um männliche Individuen handelt) fängt der vordere Theil des Geschlechtsspalts, also im Bereich des Geschlechtshöckers, an sich zu schliessen.

Zur selben Zeit bilden sich hinten zu beiden Seiten, an den Rändern der inneren Geschlechtsfalten, die Analhöcker (Reichel), welche zur Bildung des Dammes bestimmt sind.

Bei männlichen Individuen verwachsen die Ränder der inneren Genitalfalten vollkommen mit einander und die Vereinigungslinie ist die spätere Raphe an der unteren Seite des Penis. Bei weiblichen Individuen bilden die inneren Genitalfalten die kleinen Labien.

Ungefähr zur selben Zeit, wo durch die Schliessung des vorderen Theils des Geschlechtsspalts zuerst ein äusserlicher Geschlechtsunterschied sich bemerklich macht, vielleicht etwas früher, bilden sich, zu beiden Seiten der inneren Geschlechtsfalten, aber etwas mehr nach aussen, die äusseren Genitalfalten (= Geschlechtswülste anderer Autoren), welche bei männlichen Individuen das Scrotum, bei weiblichen Individuen die grossen Labien bilden.

Wie man sieht, ist dieser von mir beobachtete Bildungsgang wesentlich verschieden von dem, was bislang allgemein gelehrt wurde.

Bericht über die zweite Schingú-Expedition.

Von Karl von den Steinen.

(Vorgelegt von Hrn. Virchow.)

Nachdem ich mit meinen drei Reisegefährten, den HH. Dr. Peter Vogel (München), Dr. Paul Ehrenreich (Berlin) und Maler Wilhelm von den Steinen (Düsseldorf) im Februar vorigen Jahres in Rio de Janeiro angekommen, wurde es uns durch die Verkehrsstockung in Folge der Cholera unmöglich gemacht, die Reise nach dem Mato-Grosso vor Ende Mai fortzusetzen.

Wir haben in der Zwischenzeit 14 »Sambakis«, aus den Küchenabfällen einer vorgeschichtlichen Bevölkerung zusammengesetzte Muschelhügel, der Provinz St. Catharina untersucht und eine systematische Sammlung der gefundenen Conchylien, Schichtproben, Steingeräthe und Skelettheile angelegt, deren genauere Prüfung und Bestimmung noch aussteht. Da ich in einem Bericht an die Berliner anthropologische Gesellschaft (Sitzung vom 16. Juli 1887) die vorläufigen Ergebnisse mitgetheilt habe, beschränke ich mich hier auf eine allgemeine Bemerkung. Es wird mit dem Begriff der Sambakis mehrfach ein Missbrauch getrieben, insofern als man dieselben als Reste eines bestimmten Volkes ansieht. Ihre kritische Durchforschung steht aber noch bei ihrem ersten Anfang; wir werden nicht eher zu klarem Einblick kommen, als bis jede Gruppe von Sambakis entlang der ganzen Küste zu den von dem Urwald und den Campos gelieferten Fundstücken in richtige Beziehung gesetzt worden ist. Dies ist bisher in keiner der von mir durchgesehenen Sammlungen geschehen; alte und neue Küchenabfälle, die Muschelhaufen und ihre Nachbarschaft werden als gleichwerthig behandelt und auf eine nicht vorhandene ethnologische Einheit zurückgeführt. Selbstverständlich aber und nachweisbar haben sehr verschiedene Stämme am Meeresstrande Muscheln gegessen, und während einigen Sambakis zweifellos ein hohes Alter zuzuschreiben ist, haben wir andere durchwühlt, welche wahrscheinlich bis dicht an die Epoche der europäischen Einwanderung heranreichen. Man discutirt darüber, ob die »Sambakileute« Töpfe ge-

habt haben oder nicht, — eine verfehlte Fragestellung. Die Muschelesser von Estreito bei Desterro haben eine Menge zerbrochener Töpfe hinterlassen; in einigen der ungeheuren Schalenhügel bei Laguna dagegen ist es uns trotz peinlichen Suchens nicht gelungen, auch nur eine Scherbe zu finden.

Mögen die Sambakis also Überreste einer verschiedenartig zusammengesetzten, nach Herkunft und Cultur nicht homogenen Bevölkerung oder, angenommen, dass die Übereinstimmung der Schädel und Skelete auf ein einziges Urvolk hinweist, nur die Etappen einer fortschreitenden Entwickelung darstellen, in jedem Fall müssen wir uns vor der Hand hüten, einen »Sambakimenschen« statuiren zu wollen. Dass wir allen Grund haben, die vorhandenen Sammlungen, welche vielleicht mehr verwirren als fördern, mit grossem Argwohn zu betrachten, dafür stehen mir, wie ich auch an unserer Sammlung durch den Vergleich von Fundstücken aus den Sambakis selbst und denen aus ihrer unmittelbaren Umgebung oder aus ihren oberen Schichten leicht zeigen kann, sehr zahlreiche Beweise zu Gebote.

Anfang Juni passirten wir mit kurzem Aufenthalt Buenos Aires. Dort untersuchten wir in einem argentinischen Linienregiment einige Chacoindianer von den Stämmen der Mataco und Toba am oberen Pilcomayo.

In der Hauptstadt der Provinz Mato-Grosso, dem etwa 14000 Einwohner zählenden Cuyabá, von wo aus wir auch im Jahre 1884 zum Schingú aufgebrochen waren, trafen wir nun, statt im April, in der ersten Woche des Juli ein.

Da die Regenzeit gewöhnlich bereits im September einsetzt, musste die Organisirung der Expedition mit allen Mitteln beschleunigt werden. Wir erhielten von der Regierung eine Begleitmannschaft von vier Soldaten unter Führung des Lieutenants Luiz Perrot deutscher Abstammung, und mietheten vier tüchtige Leute, so dass unsere Reisegesellschaft aus dreizehn Personen bestand. Die Zahl der Thiere betrug neunzehn. Zwei Brasilianer waren beritten, wir anderen gingen zu Fuss. Am 28. Juli zogen wir aus.

Der Plan war: Landmarsch bis zur Auffindung des Kulisĕu, des östlichen Schingú-Quellarmes, Einrichtung eines Standquartiers für die Lastthiere und Thalfahrt bis zur Einmündung des Kulisĕu in den Hauptstrom, wo wir den Anschluss an die erste Reise erreichen würden.

Unser erstes Ziel war der noch dem Tapajoz zugehörige Paranatinga, welchen wir an derselben Stelle, wie 1884, bei dem Dorfe der zahmen Bakaïri überschritten. Wir begaben uns jedoch, um das Kartenbild zu vervollständigen, zu diesem Dorfe auf einem neuen Wege,

indem wir uns in unmittelbarer Anlehnung an den Abfall der Hochebene, der »Chapada«, hielten und deren äusserste Vorstufen noch durchkreuzten. Am Paranatinga schloss sich unser Begleiter von der ersten Reise, der Bakaïrí Antonio, dem Zuge an, und seinem unvergleichlichen Spürsinn haben wir einen grossen Theil des Erfolges zu verdanken.

Dieser intelligente Indianer, die Quelle meiner zukünftigen Bakaïrí-Grammatik, von dem ich auch eine Fülle alter Traditionen erfahren habe, und der mir, wie ich ihm, unbedingtes Vertrauen schenkte, hatte im Jahre 1886 mit wenigen Stammesgenossen auf eigene Faust eine Reise zu den wilden Bakaïrí am Batový, dem 1884 von uns befahrenen Quellflusse, gemacht und überraschte uns mit der fröhlichen Kunde, dass auch im Osten am Kulisëu noch Bakaïrí wohnen müssten.

Wir durchsetzten das Quellbecken des Batový, stiegen über die Wasserscheide in das Quellgebiet des Kulisëu hinab und wandten uns aus der östlichen Richtung nordwärts, dem allmählich anschwellenden Flusssystem folgend, um den Arm zu finden, der breit genug wäre, uns die Einschiffung zu gestatten.

Die Terrainschwierigkeiten wuchsen von Tag zu Tag und wurden für die erschöpften Thiere unüberwindlich; am 6. September machten wir Halt. In dem Standquartier trafen wir auch die ersten Spuren von Indianern, welche den Fluss auf einem Jagdzuge bis hierher hinaufgefahren waren.

Da ich nun von Ergebnissen und nicht von Erlebnissen berichten möchte, sehe ich von einer Schilderung unserer mühevollen Fahrt und unseres Verkehrs mit den neu entdeckten Freunden ab, mich begnügend mit der Bemerkung, dass der äussere Verlauf, wenn unsere physische Widerstandskraft auch leisten musste, was sie überhaupt leisten konnte, in allem Wesentlichen ein glücklicher war.

Im oberen Gebiete der Stromschnellen sind die Bakaïrí sesshaft; sie sind in Nichts von den Bakaïrí am Batový unterschieden. Es folgen alsdann die Nahuquá, welche den stärksten Stamm des Schingú-Quellgebietes darstellen. Diese besitzen noch sechs Dörfer weiterhin nach Osten am Kuluëne, die wir leider nicht besuchen konnten. Unser Kulisëu, stellte sich heraus, ist nicht, wie wir glaubten, der östlichste Quellarm des Schingú, sondern ein Nebenfluss desselben. Nach unserem jetzigen Wissen bildet sich der Hauptstrom aus dem westlichen Ronuro, der kurz vor der Vereinigung den Batový aufnimmt, und dem östlichen Kuluëne, in welchen, auch nur eine kurze Strecke vorher, der Kulisëu einmündet. Der bedeutendste der vier ist der Kuluëne, und bei den Indianern behält auch der Hauptstrom, unser »Schingú«, — ein von einem nahe dem Amazonas im

vorigen Jahrhundert ansässigen Stamme der Schingú entlehntes Wort, — den Namen »Kuluëne« bei, nachdem er also zuerst den Kuliseu und bald darauf den Ronuro mit dem Batový oder dem Tamitatoála der Einheimischen aufgenommen hat. Für Kuliseu oder Kulisehu findet sich bei einigen Stämmen auch die Variante Kulisébu oder Kulisépu.

Wie die Bakaïri, sind die Nahuquá Kariben. Wenn darum meiner Hypothese, dass die Urheimath der heute noch in den Guyanas so zahlreichen Kariben im Centrum des Continentes zu suchen sei, so lange nur die Bakaïri des oberen Schingú- und Tapajozquellgebietes bekannt waren, wegen der geringen Volkszahl von Centralkariben eine gewisse Unwahrscheinlichkeit innewohnte, so ist dieses Bedenken jetzt entkräftet; die Hauptmasse der Bevölkerung am oberen Schingú ist karibisch. Irgend welcher Zusammenhang mit der Tupisprache ist nicht vorhanden; linguistisch kann also von einer Verwandtschaft der beiden kraftvollsten Stammtypen des weiten Nordostens, der Tupi und der Kariben, fernerhin nicht gut mehr die Rede sein.

Flussabwärts kamen nach den Nahuquá die Mehinakú, ebenfalls ein starker Stamm, der von mir als Nu-Aruak classificirten Sprachgruppe zugehörig.

Weiter trafen wir die Auetö. Sie wohnen landeinwärts in dem Lagunengebiet, welches, von unzähligen engen Kanälen durchsetzt, den Winkel zwischen dem unteren Kuliseu und Batový einnimmt. Von ihrem Dorfe aus sind auf den Kanälen rasch zu erreichen die Vaurá und die uns von 1884 her bekannten Kustenaú oder Kustenábu, zwei evidente Nu-Aruakstämme, deren Sprache sich von dem Mehinakú nur dialektisch unterscheidet.

Die Auetö erwiesen sich als Tupi, an Reinheit der Sprache freilich nachstehend den an der lieblichsten aller Lagunen wohnenden Kamayurá. Zwischen diese beiden Tupistämme sind die Yaualapiti, wiederum ein Nu-Aruakstamm eingeschoben. Am Kuluëne endlich, unterhalb der Kuliseumündung fand sich das Dorf der Trumaí, deren Sprache mit keiner der mir zugänglichen Indianeridiome eine lexikalische Verwandtschaft besitzt.

Es ist merkwürdig, welch' grosse Ähnlichkeit in der Vertheilung von Kariben und Nu-Aruak zwischen unserem Schingúgebiet und dem weit entlegenen Guyana vorhanden ist, eine Ähnlichkeit, die in dem ganzen Süden des Amazonas keine Analogie hat. Wenn ich der Schomburgk'schen Resultate gedenke, könnte ich meinen, in der nächsten Nachbarschaft des von ihm durchforschten Landes gereist zu haben.

Dass dieser Vergleich kein unfruchtbarer ist, wird durch die nicht minder auffallende Annäherung in den ethnologischen Verhältnissen erwiesen.

Ganz, wie in den Guyanas, ist die typische Hängematte der Kariben, was ich bereits auf der ersten Reise feststellte, aus Baumwolle, die der Aruak aus Palmfaser gewebt. Aber auch am Schingú, um nur einen wichtigen Punkt hervorzuheben, sind nur Aruakweiber die Verfertigerinnen der Töpfe. Kein Topf am oberen Schingú, der nicht aus ihren Händen hervorgegangen wäre, von dem ungeheuren Gefäss, in dem das Mandiocamehl gekocht wird, bis zu dem irdenen Essnäpfchen der Kinder. Bei den mehr fortgeschrittenen Guyanastämmen hat sich ein vollständiger Tauschhandel entwickelt, dessen Art und Wesen dem einfacheren Schingú-Indianer erst von uns übermittelt worden ist: als Gastgeschenke wandern die Töpfe von Stamm zu Stamm.

An Kunstfertigkeit sind die Aruak den Kariben von Hause aus unbedingt überlegen. Namentlich in den kleinen Töpfen, welche Thiernachbildungen darstellen, verräth sich ein entschieden künstlerisches Talent. Wir haben einen Topf mitgebracht, das Modell geradezu einer Schildkröte, der mit einer so glücklichen Naturbeobachtung geformt ist, dass sich kein moderner Künstler derselben zu schämen hätte. Die Aruakweiber sind auch die einzigen, welche in geringem Maassstabe die bei den anderen Stämmen ungebräuchliche Tättowirung ausüben.

Das allgemeine ethnologische Bild charakterisirt sich am auffälligsten durch die im Kleinen wie im Grossen wahrnehmbare Ausgleichung in der Art und Herstellung fast sämmtlicher Gebrauchsgegenstände, doch lässt sich bei näherem Zusehen glücklicher Weise noch mancherlei Verschiedenheit des Ursprungs erkennen. Allen Stämmen sind in ihrer Abgeschlossenheit die Metalle unbekannt geblieben.

Immerhin würde man für sie den Ausdruck »Steinzeit« wohl niemals erfunden haben. Sei es, dass das brauchbare Material zu wenig vorhanden ist, sei es, dass sie ihren einfachen Zwecken anderswie müheloser genügen können, Steine bearbeiten sie nur in der Form von Äxten, Bohrern und Halsschmuck. Mit den Steinbeilen leisten sie freilich bei Waldschlägen, Häuserbau, Schemelschnitzen u. dergl. Erstaunliches; alle Beile werden von den Trumai bezogen, welche sie im Bachgeröll vorfinden. Für alle feinere Arbeit sind die wichtigsten Instrumente Flussmuscheln und Zähne von Fischen und Nagethieren, die zum Schaben, Schneiden, Hobeln, Glätten, Meisseln u. s. w. dienen; Steinmesser und Steinstampfer kommen nicht vor. Zum Zerstampfen der Mandioca reichen Holzknüppel aus, der Mais wird gewöhnlich nur geröstet. Beim Pflanzen und Ausgraben der Wurzeln gebraucht man geschnitzte Stöcke oder die Klauen des Riesengürtel-

thiers. Zu ihren Waffen bedürfen des Steins nur die Tupistämme und Trumai, welche in die Spitze ihrer Wurfpfeile birnförmig geschliffene Steine einkeilen. Die Spitzen der Fisch-, Jagd- und Kriegspfeile bestehen aus Holz, Knochen, Affenknochen zumeist, und Bambusmessern.

Die oft stattlichen bienenkorbartigen Häuser sind kreisförmig angeordnet. In der Mitte des freien Platzes, wo auch die Todten begraben werden, steht das »Flötenhaus«, der Versammlungsort der Männer. Im Inneren desselben sind die merkwürdigen Tanzmasken aufgehängt, die, verschieden bei den verschiedenen Stämmen, plump aus Holz geschnitzte Gesichter mit Federschmuck, Muschelaugen, Fischgebiss oder ovale Palmfaser- und Baumwollgeflechte mit Nase, Augen, Mund aus Wachsklümpchen darstellen und stets mit bunten Farben schwarz, weiss oder roth bemalt sind; der ganze übrige Körper wird in lange Strohmäntel eingehüllt; die Hände schwingen Rasselkürbisse und an den stampfenden Füssen klappern Bündel von durchlöcherten Palmkernen. Die musikalischen Instrumente beschränken sich auf Flöten, — einfache klarinettartige mit vier Grifflöchern oder Pansflöten aus niedlichen Stückchen Schilfrohr bis zu Ungethümen von mehr als Manneslänge.

Ihre ganze Kunst wird von dem Vergnügen an der Thiernachbildung beherrscht. Nicht nur soll der grösste Theil der Masken Thiere darstellen, welche in ihren Tänzen eine Rolle spielen, nicht nur sind alle kleinen Töpfe in diesem Sinne geformt, fast alle Gebrauchsgegenstände, vielleicht mit einzigem Ausschluss von Bogen, Pfeilen und Steinäxten, werden mit Ornamenten verziert, deren Urbilder dem Thierreiche entnommen sind. Das Pflanzenreich wird ganz und gar vernachlässigt. Die Entwickelung der Abbildung zum stylisirten Ornament ist streng nachzuweisen, wie denn heute bei vielen Völkern dieser Weg Schritt für Schritt zurückverfolgt werden kann. Was aber bei unseren Naturmenschen so interessant ist, auch das Ornament, welches noch in seiner denkbar grössten Einfachheit als Viereck, Kreis, Dreieck u. s. w., kurz als geometrische Figur erscheint, darf mit vollster Sicherheit als ursprüngliche Abbildung eines Gegenstandes angesprochen werden und führt auch in der Sprache noch diesen gegenständlichen Namen. Wellenlinien sind Schlangen, Kreise die Fleckenzeichnung von Rochen, und zu den in unglaublicher Häufigkeit auf allem Geräth wiederkehrenden Rauten und Dreiecken haben ein kleiner rhomboider Lagunenfisch und das dreieckige Palmblattstückchen, welches die Frauen tragen, die Vorlage geliefert. Unsere gegenwärtig schon in dem Königlichen Museum für Völkerkunde zu Berlin befindliche ethnologische Sammlung enthält ein reiches Be-

weismaterial für diese wichtige Frage, und alle meine Aufzeichnungen über die Besonderheiten der Sprachen, über die Zahlenauffassung, über die höheren mythologischen Vorstellungen, gipfeln in dem überall mit gleich strenger Folgerichtigkeit sich aufdrängenden Schlussergebniss, dass schon die einfachsten abstracten Begriffe sich aus sehr concreten Anschauungen hervorgebildet haben, und dass jene Steinzeit-Indianer sich noch heutigen Tages auf einer psychologisch niederen Entwickelungsstufe befinden, welche uns wegen ihrer wahrhaft unheimlichen Einfachheit äusserst schwer verständlich ist.

Welchen Gewinn wir für die engere Anthropologie mitgebracht haben, lässt sich noch nicht beurtheilen. Wir haben eine grössere Reihe von Körpermessungen an Lebenden angestellt; ein Theil der Photographieen hat leider grossen Schaden erlitten; Schädel haben wir nicht erwerben können.

Am 15. November 1887 traten wir von unserem Hauptquartier den Rückweg über Land an, und überschritten den Paranatinga, dessen Quellgebiet durch diese neue Route vollständig festgelegt wurde, oberhalb der früheren Passage. Von hieraus zogen wir, einen dritten Weg der Karte sichernd, in directer Linie über die Hochebene selbst nach Cuyabá, wo wir den 31. December anlangten. Da die Regenzeit auf ihrer Höhe stand und es bei ununterbrochenem Fortmarsch sehr schwer war, ausschliesslich von Jagdbeute zu leben, wurden an unser aller Leistungsfähigkeit die äussersten Ansprüche gestellt. Strapazen, Hunger und Fieber hatten unsere Leute in die elendeste Verfassung gebracht; dass der Gesundheitszustand von uns Vieren ein relativ guter war, glauben wir dem prophylaktischen Gebrauch von Arsenik zu verdanken. Sonst ist es schwer zu erklären, warum wir nur ein Geringes vom Fieber zu leiden hatten, und unsere theilweise in gefürchteten Malariadistricten aufgewachsenen, vor der Reise gesunden Begleiter sämmtlich von zahlreichen und heftigen Anfällen heimgesucht wurden.

Während wir uns im Januar und Februar erholten, ordneten wir unsere Sammlungen und Aufzeichnungen. Doch hatten wir ausserdem Gelegenheit, einige wichtige Kenntnisse über den, dem Untergang in der Civilisation geweihten Stamm der Pareci-Indianer zu retten; ein Dutzend Männer und Frauen wurden auf mein Gesuch aus ihrem Dorfe an einem Quellarm des Paraguay durch den Praesidenten der Provinz nach Cuyabá beschieden. Sie gehören zur Nu-Aruakgruppe, die westlich und südwestlich von ihnen in den Moxos und ihren Verwandten sich wieder zu einer grossen Volkszahl verdichtet.

März und April verwendeten wir für eine neue Reise zu den Bororó, den Coroados der Matogrossenser, die sechs Tagemärsche

südöstlich von Cuyabá am Ufer des S. Lourenço in einer Militärcolonie angesiedelt sind. Seit einem Jahre hatte man diesen mächtigen und feindlichen Stamm bezwungen. Sie sind von den Schingú-Indianern, von denen sie nicht das Geringste wissen, anthropologisch, ethnologisch und linguistisch wesentlich unterschieden und lehnen sich mehr an die Goyaz-Indianer an, obwohl ihre Sprache, wenn sie mit den Gês-idiomen verwandt sein mag, bereits stark differenzirt ist. Sie sind ein reiner Jägerstamm von höherem und kräftigerem Körperbau als die Schingú-Indianer, treiben keinen Feldbau und wohnen in erbärmlichen Strohhütten. Wir haben drei Wochen unter ihnen verweilt und dürfen den Aufenthalt als einen sehr interessanten und nützlichen bezeichnen.

Während Hr. Dr. Vogel noch eine geographische Excursion nach Coxim machte, kehrten wir anderen nach Cuyabá zurück. Hr. Dr. Ehrenreich blieb und ist, da er noch ein Jahr in Brasilien für weitere Reisen zuzusetzen in der Lage war, im Mai nach der Nachbarprovinz Goyaz aufgebrochen.

Mein Vetter und ich verliessen die Residenz des Mato-Grosso mit dem Maidampfer, hielten uns noch einen Monat in der Provinz Rio Grande do Sul auf, um uns über die dortige Urbevölkerung zu unterrichten, und trafen Anfang Juli wieder in Rio de Janeiro ein. Nachdem ich dort in der geographischen Gesellschaft Bericht erstattet, reisten wir den 20. Juli ab und kamen Mitte August in Antwerpen an.

Der Königlichen Akademie und dem Curatorium der Humboldt-Stiftung[1] sage ich für die reiche, mir zugewendete Unterstützung den verbindlichsten und aufrichtigsten Dank. Dass sie nutzbringend verwandt worden ist, hoffe ich nach der Verarbeitung des unterwegs gesammelten Materials erweisen zu können.

[1] Vergl. den diesjährigen Bericht des Curatoriums im St. XXI vom 26. April, S. 473—475.

Ausgegeben am 25. October.

1888.
XXXIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

18. October. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Schott las: Einiges Ergänzende zur Beschreibung der chinesischen Litteratur.

Einiges ergänzende zur beschreibung der chinesischen litteratur.

Von W. Schott.

Über einige der zahlreichen apologien des Buddhismus, welche diese litteratur enthält, das 淨土文 Tsing-thù-uen buch vom verklärten lande, berichtete ich zuerst auf seite 42 meines uralten gedruckten verzeichnisses chinesischer werke der Berliner königlichen bibliothek, und am ende der zweiten zugabe (s. 115—120) ist meine übersetzung einiger abschnitte des buches zu lesen.

Wesentlichstes aus demselben Tsing-thù-uen ebenfalls nach meiner übersetzung, bot ich dem leser im anhang zu der 1846 gedruckten akademischen abhandlung 'Über den Buddhismus in Hochasien und in China'.

Zum dritten male besprach ich es in dem 1854 erschienenen 'Entwurf einer beschreibung der chinesischen litteratur'. Wer diese schon lang vergriffene und zum teil veraltete arbeit noch benutzen will, den bitte ich, auf s. 43 (bez. 335) die zeilen 7—13 v. o. auszustreichen und folgendes an ire stelle zu setzen:

> Ausser den s. g. heiligen büchern seien zwei werke buddhistisch-chinesischen ursprungs erwähnt, deren eines das von mir seit manchem jahr und an verschiedenen orten besprochene oder ausgezogene Tsing-thù-uen ist, das andere aber als 解惑編 Kjài-huŏ-pjän d. h. zweifel lösendes buch sich ankündigt.

Über dies letztere und sein verhältnis zum ersteren erhält man vorläufige auskunft in meiner kleinen, 1873 erschienenen und leicht übersehenen denkschrift 'Zur litteratur des chinesischen Buddhismus', wo unter anderem eine merkwürdige legende, die durch wunder entschiedene besiegung der Tao-kja im jahre 71 u. z., mitgeteilt ist.

Einen weit späteren aber ganz ohne beihilfe von wundern bewerkstelligten triumph über die secte Tao erzählt derselbe 'Zweifellöser' als ergebnis einer art disputation, die auf befehl des Mongolenkaisers Ši-tsù um 1282 u. z. zwischen beiden parteien in allerhöchster

gegenwart vor sich ging. Es war dabei ausbedungen, dass der geistliche convent (sangga, von den Chinesen in 僧 sang verkürzt) d. h. die buddhapriester im fall ihrer besiegung das haupt bedecken, die etwa unterliegenden Tao-kja aber ire köpfe scheeren d. h. sang werden sollten. Anfangs gab es nur ärgerliche missverständnisse, die wesenheit Buddha's betreffend, zur entscheidung aber kam man erst, als die s. g. verehrer der 'urvernunft' eine sage eigner erfindung, die den groszen denker Lao-kjün (iren vorgeblichen ordensstifter) ein nordisches barbarenvolk Hu bekehren und demnächst Buddha werden liesz, urkundlich zu erhärten hatten. Da nun weder im Tao-te-king noch in den amtlichen geschichtswerken etwas der art sich nachweisen liesz, so konnten sie in irer verlegenheit nichts vorbringen, als ein pöbelhaftes, die religion aus Indien schmählich lästerndes machwerk, das unter dem Hjen-tsung des aus Tangut entstammten kaiserhauses Ṣi-hja (1223—1226) ausgeheckt oder zuerst bekannt geworden war.

Die unterlegene partei muste sich nun zur scheerung irer köpfe und verbrennung aller unächten glaubensbücher im ganzen reiche bequemen. Verschont blieben nur die vorrätigen exemplare des Tao-te-king, das übrigens, weil von 道 táo und 德 tĕ handelnd, für zwei werke statt eines gehalten ward.[1]

Um das andenken des von jeder partei verehrten sittenlehrers Khùng (Confucius) vor dem verdachte zu wahren, als hätte er solche gröszen wie Buddha und Lao-kjün (oder Lao-tan) gering geschätzt und vor iren lehren gewarnt, sagt der 'Zweifellöser' irgendwo (II, bl. 40) mit beziehung auf einen im buche Lün-jü aufbewahrten spruch, dass man vor 'falschen lehren' sich zu hüten habe: der weise verstehe darunter nach der meinung gewisser leute, was einer von den genannten beiden oder alle beide der menschheit vorgesagt hätten. Aber Khùng hatte nur von nicht näher bestimmten heiligen männern des fernen abendlandes erfahren und war schon sechs jahrhunderte tot, als die lehre aus Indien in China eingang fand; er konnte also von ir und den verkündern derselben nicht kenntnis haben, und wie sollte es ihm daher beigekommen sein, sie zu verdächtigen? Und hätte sein groszer landsmann und zeitgenosse falsches gelehrt, durfte er dann (freilich unbeglaubigter weise) sagen: Lao-tan kennt neues wie altes, er sei mein führer 則吾師也?

Während der verfasser des buches vom verklärten lande uns gleichsam sichtbar vor augen tritt wie ein eifriger glaubensbote, lassen

[1] Vergl. hrn. Strauss von Torney's verdienstvolle übersetzung und auslegung o).

die compilatoren des Kjài-huŏ-pjen ire person hinter den angezogenen geschichtlichen oder geschichtlich sein sollenden zeugnissen verschwinden. Das werk zerfällt in eine menge abschnitte sehr verschiedenen umfangs, alle mit angehängten titeln der ausgezogenen werke und macht uns in ziemlich chronologischer ordnung bekannt mit den schicksalen des Buddhismus in China und hervorragender bekenner wie bekämpfer desselben, darunter früher oder später bekehrte männer von hoher stellung und bedeutendem schriftstellerischen rufe.[1] Zu den letzteren gehörte beispielsweise der in einiger hinsicht bahn brechende Ngeu-jang-siu, ein gelehrter des 10. jahrhunderts n. z. Dieser traf einst auf einem berge, den er zu seiner erholung bestiegen hatte, einen sang (s. o.), der auf den stufen zu einem klostertempel in die lesung der 'Gesetzblüte' (fă-hua) versunken regungslos dasasz. Nach kurzer bekanntschaft sprach der würdenträger zu dem mönche: 'Euere vorgänger in älterer zeit sollen (so verlautet), wenn sie auf den tod blickten (ire irdische auflösung nahe wussten), heitere, ja scherzhafte reden geführt haben: warum geschieht dies heutzutage nicht mehr?' Der mönch entgegnete lächelnd: 'Unsere vorgänger waren an ruhiges denken gewöhnt, warum sollten sie am ende ires lebens unruhig werden? Unsere zeitgenossen sind immer in erregtem zustande: woher käme ihnen die ruhe des sterbens?' Es war also ein zeitalter der 'nervosität' eingetreten, wie man jetzt mit beziehung auf unser Europa sagen hört.

Ngeu-jang-siu gab dem frommen manne seufzend recht, und nach einiger zeit fand man ihn beim lesen eines heiligen buches gestorben.

Gegen ende der zweifellösenden compilation erhält man ziemlich umständliche auskunft über die drei vergeltungen im guten und bösen sinne, denen jedes beseelte wesen unterworfen ist. Was wir jemals tun, das wird uns im gegenwärtigen, im nächsten oder in einem entfernteren, oft ungeheuer weit abliegenden dasein vergolten. Dies heisst die 'von selbst seiende' belohnung oder strafe: kein gebet und flehen kann sie abwenden, keine kraftentfaltung überwinden: 非祈禱之所移智力之所免 fei ki-tàu či sò ji, čí lĭ či sò mjén.

Hier nur wenige beispiele:

---

[1] Wenn ein solcher auch 公 kung geworden d. h. ein gebiet als lehen empfangen hat, so wird dies allemal bemerkt. Die belehnung selbst ist 封 fung und nie fehlt der name des lehens.

He-ljen-pŏ, ein abenteurer aus dem fernen norden, welcher im zeitalter des kaiserhauses Tsin (265—419 n. z.) in Ning-hja-fu (der heutigen provinz Kan-su) eine nebendynastie Hja zu gründen versuchte, sagte in seinem übermut zu den priestern des Fò (Buddha): 'Mein name Pŏ bedeutet so viel wie Fŏ, also bin ich selbst Fŏ.' Sofort hing er sich ein bild des heiligen auf den rücken und forderte die mönche auf, es anzubeten. Noch im selben jahre starb er, vom blitz erschlagen und sein ephemeres reich war mit ihm zu ende.

Ein armes ehepar hatte viel mit hunger zu kämpfen. Der mann trieb ire einzige gans auf den markt und bekam dafür zwei 斗 tèu reis.[1] Für zwei 升 šing desselben kaufte er wein und trank bis er betrunken zu boden fiel. Während seiner betäubung stahl ihm einer den übrigen reis. Wieder nüchtern geworden ging der bestohlene voll entsetzen nach hause wo er sein weib in äusserster bestürzung fand. Den mann trieb seine verzweiflung ins wasser und die frau wählte denselben tod. Am folgenden tage erschlug der blitz einen menschen und warf ihn den beiden ertrunkenen zur seite. Auf dem rücken des erschlagenen las man: 'Dieser ist's, der den reis gestohlen hat'.

In Sung-kjang (einem gebiete ersten ranges der provinz Kjang-nan) fand man einen vom blitz erschlagenen mann, auf dessen rücken zu lesen war: 'Dies ist die strafe dafür, dass er vor zehn jahren mit einem weibe in ein kloster ging und im zweiten stockwerke des 塔 thă sie beschlief.[2]

Ein schlächter trieb sein gewerbe durch sieben irdische leben ohne bestrafung. Im ersten dieser leben hatte er einem 'hochwürdigsten' speise gereicht, und diese handlung kam ihm derart zu statten, dass die böse frucht seiner sündhaften tätigkeit so lange auf sich warten liesz.

Ein gewisser Lu-pe-ta, angeblich aus Hjao-ji-hjen in Šan-si, obgleich der name sehr an das sanskritische lubdha cupidus erinnert, sagte einem seiner mitbürger, dem er tausend stück geld schuldig war: 'Wenn ich dich zu bezahlen unterlasse, so will ich nach meinem tode in euerem hause als rind wiedergeboren werden. Nach weniger als einem jahre starb der schuldner und zwei jahre darauf gebar eine kuh des gläubigers ein rotes kalb das den namen Lu-pe-ta in weisser schrift auf seiner stirne trug. Der sohn des besitzers wollte das umheimliche tier verkaufen, aber sein vater litt dies nicht,

[1] ein tèu fasst zehn šing oder nösel.

[2] ein thă, genauer tap, cumulus oder turm, in Europa meist pagode (aus dem sanskrit bhagavat venerabile) genannt.

sondern schenkte das kalb einem kloster für dessen thă (s. o.). Jeder, der das tier sah, erzeugte gute gesinnungen in seinem herzen.

Das Kjài-hnŏ-pjen gedenkt auch eines chinesischen Höllen-Breughel's, der U-tao-tszy hiesz, aus Jang-tĭ (Jü-čeu in Khai-fung-fu) war, und unter kaiser Hjuen-tsung des hauses Thang (713 ff.) gelebt habe. Das wenige über ihn ist aus einem sammelwerk 'Berühmte maler' (Ming-huá-kí) gezogen. Seine meisterhaften bildlichen darstellungen der mannigfachen qualen tief gesunkener seelen äusserten auf jeden beschauer erschreckende und durch schrecken veredelnde wirkung.

Noch sei hier eines in China sehr volkstümlichen buches 暗室燈 Ngan-šĭ-teng d. i. finsteren hauses lampe (oder leuchte) gedacht, das unter vielen ermahnungen in prosa auch eine art lehrgedicht in versen enthält. Dieses gedicht empfahl sich mir bald wegen eines anfluges von humor, und so liesz ich meine den worten nach freie, dem sinne nach gewiss treue übersetzung desselben bereits 1864 in Lehmann's Magazin des Auslands (Nr. 28) aufnehmen. Die chinesische überschrift lautet 不知足 pŭ či tsŭ man versteht nicht genüge (befriedigung).

Als textprobe mögen die ersten par strophen dienen:

終日忙忙只為饑
Čung žĭ mang mang či uei ki,

纔得飽來便思衣
tshai tĕ pào lai, pjèn szy ji.

衣食兩般俱豐足
Ji šĭ ljáng puan, kjü fung tsŭ,

房中又少美貌妻
fang čung jéu šào, méi máo tshi.

Und nun die freie verdeutschung des gedichtes:

Den ganzen tag wird überlegt, wie man den hunger stillen mag,
Und kaum ist sättigung erreicht, so sinnt man über kleidung nach.
Ist gute kost zur gnüge da, und hüllet reiches kleid den leib:
So fehlt noch, reizend anzuschaun, im schlafgemach ein junges weib.
Hast Du ein schönes weib erlangt und art'ge kebsen noch dazu,
So fehlen sänfte Dir und ross, die beine sehnen sich nach ruh.
Ist muntres rösslein nun im stall, und auch die sänfte angeschafft,
So findest Du Dein grundstück eng, zum aufwand fehlt des bodens kraft.
Du kaufest garten, wiese, feld, der zahl nach wohl einhundert king:[1]

[1] Ein king sind etwa 15 morgen landes.

Da fehlt noch rang und titel Dir, die menschen schätzen Dich gering.
Du steigst zum sechsten, fünften grad, noch scheinest Du Dir allzu klein;
Du steigst zum vierten, dritten grad, noch macht die niedrigkeit Dir pein.
Jetzt ist der erste grad erreicht, du wirst am hofe tsài-siáng.[1]
Da geizest Du mit gierigkeit nach eines lehensfürsten rang.[2]
Ist endlich Dir so hold Dein glück, dass es dir reicht die kaiserkron,
So willst du gar dem tod entfliehn und ewig sitzen auf dem thron.
Der eitlen lüste bunte schar durchtobet dich auf jedem schritt:
Erst wenn der sarg auf ewig dich umschlieszet, hat's ein end damit.

Zu den im chinesischen reiche sehr beliebten encyclopaedischen oder meng-werken gehört ein riesiger bedruckter bogen mit der überschrift

三才一貫圖
San tshai jĭ kuán thu

d. h. umfassende darstellung der drei wirkenden wesen.[3]

Aufgedruckt ist alles die allgemeinste kenntnisnahme verdienen sollende aus sage, geschichte, naturkunde und lebensweisheit. Als jahr des erscheinens ist das 61. der regierung Khang-hi (1722) angegeben, und es fehlt die sonst unvermeidliche vorrede nebst namen des compilators.

Den mittelraum füllen über einander geordnet ein schon unter europäischen einflüssen entstandenes planiglob und darunter eine sternkarte. Am südöstlichen winkel befindet sich ein kleines viereck mit den worten: 'Das weltganze duldet keine abbildung, darum hat der abendländer (Europäer) Nan-hnai-žen[4] bei darstellung desselben an der roten linie (dem gleicher) abschneiden müssen.'

Rechts und links von dem planiglob macht sich mehr oder minder vernünftige naturweisheit, auch toller aberglaube, besonders anthropologischer art, geltend. Rechts von der sternenkarte liest man eine dürre übersicht der verschiedenen kaiserfamilien China's, und den raum zur linken füllt eine rohe, etwas kartenähnliche zeichnung des Mittelreichs.

Den übergang zur lebensweisheit bildet metaphysisches aus der urväter zeiten. Daran reiht sich eine aufzählung von vierzig pflichten oder lebensregeln, deren namen in ebenso vielen lampion-ähnlichen vierecken den notwendig scheinenden erläuterungen übergeordnet sind. Alles ist ohne jede beziehung zu irgend einem religiösen glauben.

Unter den naturmerkwürdigkeiten lernt man ein von neunzölligen zwergen bewohntes land kennen, deren keiner ohne begleitung aus-

---

[1] 宰相 herrschers-beistand, der erste minister.
[2] vgl. oben.
[3] Diese drei sind himmel, erde und mensch.
[4] War selbstgewählter chinesischer name des gelehrten paters Verbiest.

zugehen wagt, um nicht willkommene beute der see-kraniche zu werden. Die eingeborenen eines anderen landes heissen 合 體 Hŏ-thi, d. i. vereinigte (zusammengefügte) körper, weil sie körperlich nur halb vorhanden sind, bis eine art sympathie zwei solcher hälften vereinigt. Im höchsten norden, wo die nacht ein halbes jahr ohne unterbrechung dauert, ersetzt der herrscher den fehlenden tag durch eine tranlampe. Anderswo verscheucht ein genius von ungeheuerster länge jedes dunkel, wenn er seinen kopf nur emporstreckt, statt ihn zu zerbrechen.

Das abendliche leuchten der see gesteht der verfasser nur einem meere in südost und einem in nordwest zu, die er beide 紅 海 hung-hài, d. i. rotes meer nennt. Übrigens ist ihm nicht unbekannt geblieben, dass in gefässe geschöpftes leuchtendes seewasser den lieblichen (可 愛 khò ngái) schein eine zeitlang bewahrt.

Ein angeblich sehr feuerhaltiges, also vulcanisches land ohne nähere bestimmung wird unter einem namen aufgeführt, der, in welchem chinesischen dialecte man ihn auch lesen mag, auffallend germanisch klingt. Ein Chinese des nordens wird die vier schriftzeichen desselben:

格 落 蘭 得

He la lan tĕ lesen, einer aus dem süden das erste hăk oder kăk, was mit dem folgenden la an den namen des berges Hekla erinnert. Lan-te aber ist die einzig genaue chinesische schreibung unseres germanischen wortes land. So erhalten wir Hekla-land für Island.

In der vor dreissig jahren erschienenen chinesischen erdbeschreibung, über die ich in den 'Sitzungsberichten' unserer akademie vom jahre 1883 (s. 617—622, bez. 1—6) mich ausgesprochen habe, ist der name des Hekla (cap. 4, bl. 32) so geschrieben, dass man Ak-ko-la und Akla lesen kann. Der name Island ist aber nicht İ-szy-lan-tĕ, sondern nach der latinisirung İ-szy-lan-ti-ja geschrieben.

Ausgegeben am 25. October.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.

XL.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

25. October. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Kiepert berichtete über die geographischen und archaeologischen Ergebnisse einer von ihm in Begleitung des Hrn. Dr. E. Fabricius im April und Mai d. J., sowie von Hrn. Fabricius allein im Juli d. J. ausgeführten Reise im südwestlichen Kleinasien, unter Vorlegung einer nach den Tagebüchern beider Reisenden entworfenen Specialkarte, mit zahlreichen Höhenbestimmungen.

2. Hr. von Bezold legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. A. Oberbeck in Greifswald vor über Bewegungserscheinungen der Atmosphaere, als Fortsetzung der der Akademie am 15. März d. J. gemachten Mittheilung. Die heutige Mittheilung wird in einem der nächsten Berichte erscheinen.

3. Hr. Auwers legte den dritten Band der Neuen Reduction der Bradley'schen Beobachtungen aus den Jahren 1750—1762 vor, den Sterncatalog für 1755 und seine Vergleichung mit neuen Bestimmungen enthaltend.

4. Hr. Zeller legte im Namen der hiefür eingesetzten Commission vol. IV pars II der *Commentaria in Aristotelem graeca* vor, welcher Dexippus' Erklärung der Kategorieen, herausgegeben von Hrn. Busse enthält.

5. Hr. Brunner überreichte als neue Publicationen der Gesellschaft für ältere deutsche Geschichtskunde: *Legum nationum Germani-*

carum Tomi V. pars I.; — *Lex Alamannorum ed.* K. Lehmann. Neue Ausgabe dieses Gesetzes, als erstes Heft einer neuen Serie in 4°; — *Diplomatum regum et imperatorum Germaniae* Tomi II. pars prior. Ausgabe der von Otto II. ausgestellten Urkunden von Th. von Sickel und Genossen. Ebenfalls in 4°, beide im Verlag der Hahn'schen Buchhandlung in Hannover.

6. Hr. Weber legte den zweiten Theil des zweiten Bandes seines Verzeichnisses der Sanskṛit- und Prâkṛit-Handschriften der Königlichen Bibliothek vor, und knüpfte daran einige Bemerkungen über den weiteren Fortgang des Werkes.

7. Das bisherige ordentliche Mitglied der Akademie in ihrer philosophisch-historischen Classe, Archivrath und Professor an der Kriegsakademie, Hr. Dr. Max Lehmann, ist zum ordentlichen Professor in der philosophischen Facultät der Universität Marburg ernannt worden, und hat sein dortiges Amt am 1. October angetreten. Er ist dadurch aus der Reihe der ordentlichen Mitglieder der Akademie ausgeschieden und statutenmässig in die der Ehrenmitglieder übergegangen.

8. Der Professor der Physik Hr. L. Boltzmann zu Graz ist im Hinblick auf seine in Aussicht genommene Übersiedelung nach Berlin zum ordentlichen Mitglied der Akademie in ihrer physikalisch-mathematischen Classe gewählt und seine Wahl von Seiner Majestät dem Kaiser und Könige durch Allerhöchsten Erlass vom 29. Juni bestätigt worden.

9. Die physikalisch-mathematische Classe hat bewilligt: 2000 Mark Hrn. Dr. Franz Schütt, Privatdocenten an der Universität Kiel, zum Abschluss seiner Untersuchungen über Diatomeen auf der zoologischen Station zu Neapel, und zur Vornahme quantitativer Planktonbestimmungen im Golf von Neapel und in der Strasse von Messina; 1500 Mark Hrn. Dr. E. von Rebeur-Paschwitz zur Ausführung von Untersuchungen über Veränderungen der Lothlinie; 2000 Mark dem a. Prof. Hrn. Dr. Leopold Auerbach zu Breslau, zur Fortsetzung seiner biologischen Untersuchungen.

10. Die philosophisch-historische Classe hat bewilligt: 1500 Mark Hrn. Dr. Hugo Winckler hieselbst zu einer aegyptischen Reise zum Zweck der Abschrift babylonischer Thontafeln; 1500 Mark Hrn. Prof. Dr. Freudenthal zu Breslau zu einem mehrmonatlichen Aufenthalt in England behufs eingehender Studien über die englische Philosophie des 16. und 17. Jahrhunderts.

11. Das vorgeordnete Ministerium hat der Akademie das im Jahre 1884 von den Erben des verstorbenen Prof. Dr. Listing in Göttingen erworbene Original-Brustbildniss ihres einstigen auswärtigen

Mitgliedes Gauss, von dem Maler Jenssen, zur angemessenen Anbringung in ihren Räumen als Geschenk überwiesen.

12. Am 1. September feierte das auswärtige Mitglied der Akademie, Hr. Hermann Kopp in Heidelberg, sein fünzigjähriges Doctorjubiläum. Die Akademie überreichte bei diesem Anlass die umstehend abgedruckte Ansprache.

Ansprache an Hrn. HERMANN KOPP zur Feier seines fünfzigjährigen Doctorjubiläums am 1. September 1888.

Hochgeehrter Herr!

Der Tag, an welchem Sie vor fünfzig Jahren in Marburg die Doctorwürde erwarben, bietet der Akademie eine willkommene Veranlassung, Ihnen Gruss und herzlichsten Glückwunsch darzubringen.

Seit jenem Promotionstage haben Sie einen langen Zeitraum voller Arbeit aber auch reicher Erfolge im Dienste der Wissenschaft durchlebt. Wenn wir heute zurückblicken auf die geleisteten Werke und Ihnen dieselben in Erinnerung bringen dürfen, so thun wir dies mit Genugthuung und Stolz, denn es sind Grundpfeiler der Chemie, welche einen festen Stand bewahrt haben.

Schon von Beginn Ihrer Thätigkeit an war durch die Erstlingsschrift: »Über die Eigenschaften der Mischungen in Rücksicht auf die inneren Bestandtheile«, mit der Sie sich im Jahre 1841 an der Giessener Universität habilitirten, der eine der beiden Hauptwege bezeichnet, welche Sie in der Wissenschaft eingeschlagen haben. Er wich ab von der grossen Strasse, auf welcher die reine Chemie voranschritt, und führte in ein damals noch sehr dunkles Gebiet, das, an der Grenzscheide zwischen Physik und Chemie stehend, vorher nur an vereinzelten Punkten betreten worden war. Mit unermüdlicher Ausdauer sind Sie viele Jahre lang jenen einsamen Weg gewandert, der um so mühsamer war, als er die gründliche Kenntniss zweier Wissenschaften verlangte und nur an der Hand langwieriger experimenteller Arbeit verfolgt werden konnte. Indem Sie auf den fruchtbringenden Gedanken kamen, unter Benutzung der organischen Verbindungen die Abhängigkeit der physikalischen Eigenschaften von der chemischen Constitution zu erforschen, wandte sich Ihr Augenmerk zuerst den Verhältnissen zwischen Volum und Zusammensetzung der Molecüle flüssiger Verbindungen zu, und nach Überwindung zahlreicher Schwierigkeiten, welche die Anstellung grosser Versuchsreihen über die thermische Ausdehnung der Substanzen nöthig machte, gelang es Ihnen einfache Beziehungen nach-

zuweisen. Es folgte die umfangreiche Arbeit über die Abhängigkeit der Siedepunkte organischer Verbindungen von der atomistischen Constitution, sowie eine der grössten experimentellen Untersuchungen, die je von einem einzelnen Forscher ausgeführt worden ist, diejenige über die specifische Wärme starrer Körper und die Relation derselben zum Molecular- und Atomgewicht. Alle diese Arbeiten, zu welchen noch zahlreiche andere, insbesondere auch krystallographische traten, haben ein neues grosses Gebiet, die physikalische Chemie, begründet, welche seitdem als selbständige Wissenschaft dasteht. Viele jüngere Chemiker sind in den letzten Decennien in Ihre Fussstapfen getreten und haben, nachdem einmal der Weg geebnet war, mit ungleich leichterer Mühe das von Ihnen begonnene Werk fortgesetzt. Manches Neue ist dazu gekommen, Altes hat in Folge der fortschreitenden Erkenntniss der atomistischen Constitution chemischer Verbindungen eine mehr oder weniger veränderte Auffassung erhalten, immer aber sind Ihre Untersuchungen das Vorbild und die Grundlage des neuen Zweiges der Wissenschaft geblieben.

Indessen war es nicht die physikalische Chemie allein, welche Sie als Lebensaufgabe betrachteten. Schon von Jugend an wandten Sie Ihr Interesse noch einer ganz anderen, ebenfalls sehr selten betretenen Richtung zu, derjenigen der geschichtlichen Entwickelung der chemischen Wissenschaften. Die bereits 1843 bis 1847 erschienene, grosse vierbändige »Geschichte der Chemie« war die erste Frucht dieser Studien, auf welche Sie einen bewunderungswürdigen Fleiss und eine Gründlichkeit verwandt haben, wie sie in Zukunft wohl schwerlich bei einem Fachgenossen in gleicher Weise wieder auftreten dürfte. Noch mehr tritt dies aber zu Tage bei den in späteren Jahren veröffentlichten historischen Werken, von welchen 1869 die »Beiträge zur Geschichte der Chemie«, 1873 die »Entwickelung der Chemie in der neueren Zeit«, und endlich 1886 »die Alchemie« aufeinander folgten; sämmtlich umfangreiche Arbeiten, denen ein mit unendlicher Mühe sowie peinlichster Sorgfalt gesammeltes kolossales Material zu Grunde liegt, und die desshalb für alle Zeiten ein Schatz der chemischen Wissenschaft bleiben werden.

Trotz der hinter Ihnen liegenden grossen Thätigkeit sind Sie bis in die jüngsten Tage den Fortschritten der Naturforschung mit lebhaftem Interesse gefolgt. Dass es Ihnen noch viele Jahre vergönnt sein möge, das bisherige segensreiche Wirken fortzusetzen, dies ist der Wunsch, welchen Ihnen die Akademie der Wissenschaften zum fünfzigjährigen Doctorjubiläum von ganzem Herzen sendet.

Die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften.

Weitere Untersuchungen über die Schilddrüse.

Von Hermann Munk.

(Vorgetragen am 26. Juli [s. oben S. 915].)

Bei der Schilddrüse versagt, wie meine erste Mittheilung[1] zeigte, das Hülfsmittel, welches die physiologische Forschung im Entfernen oder Verstümmeln von Organen für die Aufklärung von deren Leistungen besitzt. Die Drüse kann in Fortfall kommen, ohne dass eine merkliche Störung im Befinden und Verhalten des Thieres sich einstellt. Abgesehen von der frühesten Jugend, auf welche die Untersuchung sich nicht erstreckt hat, muss daher die Schilddrüsenfunction von einer untergeordneten Bedeutung sein. Und dass es unter Umständen anders scheint, dass die Exstirpation der Schilddrüse bei einzelnen Thierarten öfters oder in der Regel schwere, ja tödtliche Krankheit nach sich zieht, kann nur von unbeabsichtigten Schäden herrühren, welche der Eingriff in diesen Fällen mit sich bringt.

Der näheren Kenntniss der Schäden bedarf im Grunde bloss der Chirurg, der bei totalen Kropf-Exstirpationen die üblen Folgen zu verhüten hat. Doch wie die Dinge sich entwickelt haben, ist auch ein physiologisches Interesse an die Kenntniss geknüpft. Nur ein Theil meiner Vorgänger hat für das, was nach der Schilddrüsen-Exstirpation beim Hunde, bei der Katze, beim Affen sich begab, ohne weiteres den Ausfall der Schilddrüsenfunction verantwortlich gemacht; der andere Theil, schon Hr. Schiff, besonders Hr. Fuhr, hat beim Hunde die Möglichkeit von Nebenverletzungen in Betracht gezogen und deren Einfluss durch den Versuch auszuschliessen unternommen. Man hat die Gefässe der Drüse unterbunden, man hat »alle denkbar möglichen Nervenverletzungen« in der Umgebung der Drüse ausgeführt, man hat die operativen Maassnahmen der Exstirpation zuerst in ihrem einen und dann in dem anderen Theile nachgeahmt; und gerade weil auf keine Weise die üblen Folgen der Schilddrüsen-Exstirpation zu erzielen waren, hat man diese Folgen mit Sicherheit

[1] Diese Sitzungsberichte. 1887. S. 823. — Diese Mittheilung ist in den folgenden Citaten mit I bezeichnet.

dem Ausfall der Schilddrüsenfunction zuschreiben zu dürfen geglaubt. Worin man dabei irrte, wie die Bestrebungen unzutreffend oder unzureichend waren, das will noch aufgedeckt sein, um dem Glauben an den hohen Rang unserer Drüse auch diese vermeintliche Stütze zu entziehen.

In die Schäden Einsicht zu gewinnen, haben wir uns der Krankheit zuzuwenden, welche der Schilddrüsen-Exstirpation beim Hunde folgt. Sie ist von meinen Vorgängern schon häufig gezeichnet, und besonders Hr. Schiff und die HH. Albertoni und Tizzoni haben ein brauchbares Gesammtbild von ihr geliefert. Das Bild in den Einzelheiten feiner auszuführen, dass es dem vielfachen Wechsel von Fall zu Fall noch besser entspräche, würde zur Zeit nicht von Bedeutung sein. In den groben Zügen ist manches am Bilde zu ergänzen und durch eine nähere Betrachtung der Krankheitserscheinungen das rechte Licht zu schaffen.

Das Auffälligste und allgemein Beobachtete sind die abnormen Bewegungserscheinungen. Fibrilläre Zuckungen stellen sich in den nächsten Tagen nach der Exstirpation ein und dauern, manchmal mit stundenlangen Unterbrechungen, bald stärker bald schwächer, bald mehr bald weniger weit über die Musculatur verbreitet, bis zum Tode oder, wenn der Tod spät erfolgt, durch viele Tage an. Zeitweise treten klonische oder tonische Krämpfe, meist nur an einzelnen Muskeln oder Muskelgruppen, manchmal in der Form tetanischer oder epileptiformer Anfälle hinzu. Bisweilen bleiben die Körpertheile, in welchen heftige Krämpfe lange bestanden, danach für einige Zeit gelähmt. Man hat alle diese Erscheinungen als vom Centralnervensystem herbeigeführt angesehen und mit Recht, denn wie Hr. Schiff gezeigt hat, bleiben, wenn ein motorischer Nerv durchschnitten ist, die zugehörigen Muskeln durchaus in Ruhe. Aber darüber hinaus ist die Untersuchung nicht vorgerückt, und weder ist festgestellt, in welcher Art das Centralnervensystem thätig ist, noch wodurch seine Thätigkeit veranlasst ist.

Ich habe deshalb die Schilddrüsen-Exstirpation an einer Reihe von Hunden ausgeführt, welchen das Rückenmark in der Höhe des letzten Brustwirbels durchschnitten und zwar, wie später die Section erwies, vollkommen quer durchtrennt war; die Rückenwunde war gut verheilt, die Hunde waren in der besten Verfassung, Reizung der Haut des Hinterkörpers führte zu kräftigen Reflexbewegungen von Schwanz und Hinterbeinen. Die Folgekrankheit der Exstirpation nahm den gewöhnlichen Verlauf. Die fibrillären Zuckungen stellten sich am Hinterkörper wie am Vorderkörper ein, es kam zu Bewegungen der Hinterbeine und des Schwanzes, klonische und tonische

Krämpfe traten an den Hinterbeinen wie an den Vorderbeinen auf. Die Reflexbewegungen des Hinterkörpers waren, sobald fibrilläre Zuckungen bestanden, verstärkt. Bloss für den Fall des epileptiformen Anfalls bot sich an diesen Hunden keine Gelegenheit dar, das Verhalten des Hinterkörpers zu beobachten. Dafür habe ich wiederholt epileptiforme Anfälle nach der Schilddrüsen-Exstirpation bei Hunden verfolgen können, an welchen vorher die quere Durchtrennung des Rückenmarks in der gleichen Höhe unternommen, aber ein Theil eines Seitenstrangs erhalten geblieben war: hier verharrte der Hinterkörper in Ruhe, während der Vorderkörper dem epileptiformen Anfall unterlag.

Wo es zum epileptiformen Anfall kommt, tritt danach zuerst die Erregung eines oberen Abschnitts des Centralnervensystems ein und werden von dort aus secundär, unter Vermittelung der centralen Bahnen, die unteren Abschnitte des Centralnervensystems in Erregung versetzt. Dagegen beruhen alle übrigen abnormen Bewegungserscheinungen auf Erregungen gleicher Ordnung im Centralnervensystem, indem alle die Abschnitte des Systems, welche Muskelzuckungen herbeiführen, die oberen wie die unteren Abschnitte, gleichartig und von einander unabhängig, ohne die Hülfe der centralen Bahnen in Erregung gerathen. Lassen wir also die epileptiformen Anfälle, die überhaupt nur selten und dann auch erst spät hinzutreten, vorläufig beiseite, so müssen den abnormen Bewegungserscheinungen weit ausgebreitete Reizungen des Centralnervensystems zugrundeliegen: Reizungen, wie sie nur durch allgemeine Ernährungsstörungen des Systems oder durch allerorten zugleich einbrechende Erregungen sensibler Nerven bedingt sein können. Von der letzteren der beiden Möglichkeiten finden wir indess sogleich abzusehen nicht bloss wegen der oft tage- oder wochenlangen Dauer der abnormen Bewegungserscheinungen, sondern auch weil auf das Auftreten und den Ablauf dieser Erscheinungen peripherische Reizungen, welche wir an der Haut, den Muskeln u. s. w. setzen, wie es schon Hr. Schiff angegeben hat, ohne merklichen Einfluss sind. Es müssen mithin allgemeine Ernährungsstörungen des Centralnervensystems die abnormen Bewegungserscheinungen veranlassen; und auf solche Ernährungsstörungen werden wir hingewiesen, sobald wir die Krankheitserscheinungen weiter verfolgen, durch die Respirations- und Circulationsstörungen, welche nächst den Zuckungen und Krämpfen am auffallendsten uns entgegentreten.

Die Respirationsstörungen sind fast allgemein beobachtet, und besonders die respiratorischen Anfälle zu Anfang der Krankheit sind, seitdem sie Hr. Colzi zuerst bemerkte, wiederholt beschrieben worden. Plötzlich wächst die Respirationsfrequenz an, bald rascher bald lang-

samer kommt es zu 100—200, ja 250 und mehr Respirationen in der Minute, bei weit offenem Munde und herausgestreckter Zunge, und wenn der Hund nicht stirbt, fällt dann die Respirationsfrequenz, wie sie gestiegen, allmählich wieder ab. Der Anfall kann mehrere Stunden dauern und nach ebenso langer oder längerer Pause sich wiederholen, aber immer ist das Auftreten dieser Anfälle auf die ersten Tage der Krankheit beschränkt. Nach dem Ablaufe der Anfälle charakterisirt die Krankheit, bei mehr oder weniger erhöhter Respirationsfrequenz, ein Überwiegen der Exspiration über die Inspiration: die Inspiration ist kurz, oft sehr kurz, und geräuschlos, die Exspiration ist länger, oft sehr lang, und meist mit stossenden Geräuschen oder mit Stöhnen verknüpft; hin und wieder schiebt sich auch Niesen oder Husten ein. Manchmal tritt diese exspiratorische Dyspnoe, wie sie heissen kann, schon in den Pausen zwischen den Anfällen auf oder geht sogar für eine kurze Zeit dem ersten Anfall vorauf; und selbst innerhalb des respiratorischen Anfalls ist sie bemerklich, wenn die sehr raschen und flachen Respirationen, wie es in der Regel geschieht, von Zeit zu Zeit durch eine Anzahl langsamer und tiefer Respirationen unterbrochen werden. Wo der Hund lange genug am Leben bleibt, sinkt nach einer Reihe von Tagen, manchmal erst nach 14 Tagen und noch später, die Respirationsfrequenz ab und tritt zugleich die Exspiration mehr zurück, so dass schliesslich, bei geringerer Frequenz als in der Norm, die Inspiration wesentlich überwiegt.

Auch die Circulationsstörungen treten zum Theil anfallsweise auf. Ausserhalb der Anfälle ist die Pulsfrequenz erhöht, hin und wieder sogar beträchtlich erhöht; und nur in einzelnen Fällen kommt es vor, dass sie nach der anfänglichen Erhöhung für einige Zeit auf die Norm zurückkehrt oder sogar unter die Norm sinkt. In diesen Fällen nimmt zugleich der Puls wieder die Unregelmässigkeit des Rhythmus an, welche den normalen Puls des Hundes auszeichnet; sonst folgen sich die Pulse vom Anfang der Krankheit an bei In- und Exspiration mit gleichen Zwischenzeiten. Die Anfälle schieben sich ganz unregelmässig, bald schon früh beim Beginn der Krankheit, bald erst später ein, äusserst wechselnd an Zahl, sehr verschieden in ihrer Dauer. Plötzlich verändert sich die Herzaction: rascher und vor allem mächtiger schlägt das Herz, so dass es die Brustwand hebt oder auch die Bauchwand bewegt, ja selbst das ganze Thier erschüttert und zum Schwingen bringt. Die Athemgeräusche hören sich jetzt abgesetzt an, ein jedes aus kürzeren, den Herzschlägen entsprechenden Rucken bestehend (*respiration saccadée*). Bisweilen gesellen sich noch Unregelmässigkeiten hinzu, indem die Herzschläge bald rascher, bald

langsamer einander folgen oder stärkere Schläge mit weniger starken abwechseln. Manchmal ist schon in weniger als einer Minute die Höhe des Anfalls erreicht, anderemal können 10—15 Minuten und mehr bis zur vollen Ausbildung vergehen. Gerade wo er sich am stürmischsten entwickelt hat, findet mitunter der Anfall ein jähes Ende; sonst dauert er eine längere Zeit, selbst durch mehrere Stunden an, und nur allmählich kehrt das Herz zur gewohnten Thätigkeit zurück. In dem Maasse wie das Herz stärker klopft, haben zugleich die Arterien an Spannung und der Puls an Grösse verloren, so dass mit der mächtigsten Herzaction ein äusserst kleiner, manchmal aussetzender, kaum merklicher Puls in den schlaffen Gefässen zusammenfällt. Ist der kardiale Anfall vorüber oder hat er auch nur schon lange angedauert, so gewinnen die Arterien wieder an Spannung, der Puls wieder an Grösse; und erst wenn der Hund in den folgenden Wochen erschöpft dem Tode entgegengeht, fallen die Spannung der Arterien und die Grösse des Pulses regelmässig und ununterbrochen ab.

In den Schilderungen meiner Vorgänger ist von den Circulationsstörungen nicht die Rede, ausser dass die HH. Albertoni und Tizzoni die Regelmässigkeit und die grössere Frequenz des Pulses, wie auch seine Kleinheit ausserhalb der respiratorischen Anfälle angemerkt haben. Und doch sind die kardialen Anfälle so häufige und in die Augen springende Krankheitserscheinungen, dass ein allgemeines Übersehen derselben nicht zu begreifen wäre. Man findet, dass die Anfälle von Hrn. Schiff und den HH. Ughetti und di Mattei, wie auch von den HH. Albertoni und Tizzoni wohl bemerkt, aber in ihrem Wesen verkannt worden sind. Die HH. Albertoni und Tizzoni führen unter den Respirationsstörungen ein Krampfen der Bauchmuskeln auf, das auch in der Form einer Abdominalpulsation sichtbar werde, und das auf sehr häufigen und unregelmässigen Contractionen der Bauchmuskeln beruhe. Hr. Schiff hat sehr oft eine Erregbarkeitszunahme des Phrenicus gefunden, kundgethan durch seine sogenannte *respiration cardiaque*, bei welcher elektrische Reizungen des Phrenicus mit brüsken Zwerchfellcontractionen durch die Herzpulsationen bedingt sein sollen: der normale Rhythmus der costalen Respirationen sei erhalten, aber während der In- und Exspiration führe jede Herzcontraction eine brüske Zwerchfellcontraction herbei, stark genug, um die Weichen zu bewegen und zuweilen den ganzen Körper zu erschüttern. Diese Schiff'sche *respiration cardiaque* haben dann auch die HH. Ughetti und di Mattei als eine häufige Krankheitserscheinung erwähnt. Aber weder die Bauchmuskeln noch das Zwerchfell sind bei der Erscheinung activ betheiligt. Abgesehen von den tetanischen und epileptiformen Anfällen, für deren Dauer unsere

Erscheinung gerade ausbleibt, kommen wohl manchmal Zuckungen an der Bauchmusculatur vor, aber es sind nur partielle und recht beschränkte, dabei mässig grosse und unregelmässige Zuckungen, von welchen eine regelmässige und mächtige Abdominalpulsation, vollends ein Schwingen des ganzen Thieres sich unmöglich ableiten lässt. Und während Zuckungen an den Bauchmuskeln nie isolirt auftreten, sondern immer zusammen mit Zuckungen an anderen Körpertheilen, die auch schon vorher bestanden, zeigt sich unsere Erscheinung, wie Hr. Schiff richtig angegeben hat, auch zu Zeiten, zu welchen abnorme Bewegungserscheinungen nirgend vorhanden, ja sogar überhaupt noch nicht eingetreten sind. Eben diese Erfahrungen stellen sich aber zugleich der Schiff'schen Vorstellung entgegen. Denn wollte man gar zugeben, dass die Herzcontraction den abnorm erregbaren Phrenicus elektrisch reizen könne, so ist doch die willkürliche Annahme der Erregbarkeitserhöhung des Phrenicus offenbar unzulässig, wo für keinen anderen Nerven des Thieres eine Erregbarkeitserhöhung bewiesen oder selbst nur vermuthet ist. Überdies beobachtet man die Erscheinung, während nicht bloss die costalen, sondern auch die abdominalen Respirationen, und zwar mit sehr brüsken tiefen Inspirationen sich regelmässig fortsetzen: und dass nicht diese Inspirationen, sondern nur die intercurrenten, jedenfalls schwächeren Zwerchfellcontractionen infolge der Phrenicusreizung das Thier sollten erbeben machen, ist geradezu unverständlich. Hr. Schiff ist sichtlich dadurch in die Irre geführt worden, dass er zur gleichen Zeit den Blutdruck in den Arterien immer beträchtlich unter der normalen Höhe fand und dies mit einer, wie es doch den Anschein hatte, sehr heftigen und energischen Herzaction für unvereinbar hielt. Indess haben wir es ja hier nicht mit dem normalen, sondern mit einem schwer erkrankten und sogar äusserst gefährdeten Thiere zu thun; und was man so grob sieht und fühlt, dass das Herz mächtig pulsirt, ist überhaupt durch eine Überlegung nicht zu beseitigen.

Natürlich treten die Respirations- und Circulationsstörungen nicht gesondert auf, wie ich sie beschrieb, sondern sind in der mannigfachsten Verbindung mit einander zu beobachten. Bloss die gleichzeitige Entwickelung von respiratorischem und kardialem Anfall habe ich nicht gesehen, da entweder dieser oder jener Anfall voraufging und der andere Anfall nachfolgte. Manchmal treten die Respirationsstörungen mehr in den Hintergrund gegenüber den Circulationsstörungen, anderemal ist es umgekehrt. Wie dem aber auch im einzelnen Falle sei, immer ist zu Ernährungsstörungen des Centralnervensystems Anlass gegeben, durch den schlechten Blutumlauf bei dem kardialen Anfall, durch das schlechte Athmen bei dem respira-

torischen Anfall und der exspiratorischen Dyspnoe. Die HH. Albertoni und Tizzoni haben auch im arteriellen Blute, welches 1—15 Tage nach dem Beginn der Krankheit, nachdem schwere Respirations- und Circulationsstörungen bestanden hatten, während eines Anfalls entzogen war, den Sauerstoffgehalt abnorm gering, kleiner sogar als den normalen Sauerstoffgehalt des venösen Blutes gefunden. Und dasselbe lehrt die Beobachtung der Zunge. Denn diese verfärbt sich, nachdem der Hund erkrankt ist, so dass sie erst bläulich, dann dunkelblau oder selbst schwarzblau wird, und gewinnt nur dort, wo während der ersten Krankheitstage grosse Pausen zwischen den Anfällen vorkommen, in diesen Pausen die normale Farbe wieder; sonst hält die blaue Färbung, in der Intensität hin- und herschwankend, an, bis nach längerer Dauer der Krankheit eine anämische Blässe sie ablöst. Die Respirations- und Circulationsstörungen bringen also einen unzureichenden Gaswechsel, die kardialen Anfälle insbesondere eine unzureichende Blutzufuhr für das Centralnervensystem mit sich, und die Folgen müssen allgemeine Ernährungsstörungen des Centralnervensystems sein, welche sich in Zuckungen und Krämpfen kundthun.

Gerade aber allgemeine Ernährungsstörungen des Centralnervensystems hatten sich uns oben als die Ursache der abnormen Bewegungserscheinungen ergeben, und so liegt nichts jetzt näher, als in diesen Bewegungserscheinungen die mittelbaren Folgen der Respirations- und Circulationsstörungen zu sehen. Den Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung liefert denn auch die Reihenfolge, in welcher die verschiedenen Störungen sich einstellen. Denn die Krankheit hebt immer mit einem respiratorischen oder kardialen Anfall oder mit exspiratorischer Dyspnoe an, und erst nachdem die Respirations- und Circulationsstörungen eine Zeit lang bestanden haben, nachdem die Zunge sich deutlich bläulich verfärbt hat, treten die abnormen Bewegungserscheinungen hinzu. Manchmal ist bis dahin noch nicht eine Viertelstunde vergangen, manchmal eine oder mehrere Stunden, je nach der grösseren oder geringeren Intensität der Respirations- und Circulationsstörungen; und während es in den ersteren Fällen zu immer heftigeren Zuckungen und Krämpfen, ja zum Tode kommen kann, bleibt es in den letzteren Fällen öfters nicht bloss bei zeitweiligen schwachen fibrillären Zuckungen, sondern es verlieren sich auch noch diese Zuckungen wieder mit der Abnahme der Respirations- und Circulationsstörungen, und der Hund kehrt sogar mitunter zum normalen Verhalten zurück.

Schon weil sie immer die kardialen und manchmal sogar auch die respiratorischen Anfälle übersahen, hat meinen Vorgängern das Secundäre der Zuckungen und Krämpfe entgehen müssen. Aber dazu

beigetragen hat sicher noch der Umstand, dass sie den Beginn der Krankheit nicht beobachteten. In der Richtung hat, soviel ich sehe, allein Hr. Colzi sich bemüht und fast zutreffend angegeben, dass die fibrillären Zuckungen gleichzeitig oder wenig später als die respiratorischen Anfälle auftreten. Ohne eine ununterbrochene Beobachtung der Hunde hat es in der That auch seine Schwierigkeiten, den Anfang der Krankheit zu verfolgen, weil die Zeit, wann nach der Schilddrüsen-Exstirpation die ersten Krankheitserscheinungen sich zeigen, bei den verschiedenen Hunden eine sehr verschiedene ist. Sie hat bei meinen Hunden, bei welchen die combinirte Morphium-Aether-Narkose nach etwa 30 Stunden sich verloren hatte, in der Regel zwischen 36 und 54 Stunden geschwankt. Daher ist es immer ein glücklicher Zufall, wenn der Hund nicht während der Nacht erkrankt und selbst eine durch Stunden fortgesetzte Beobachtung des Hundes zum erwünschten Ziele führt. Verzichtet man auf die Beobachtung gerade des Beginns der Krankheit, so kann man die angegebene Reihenfolge der Störungen leichter constatiren. Denn sie findet sich jedesmal ebenso wieder, wenn es an einem Hunde, der nach der Erkrankung zum normalen Verhalten zurückgekehrt ist, von neuem zu den Krankheitserscheinungen kommt. Nur in den Fällen, in welchen die Respirationsstörungen überwiegen, bedarf es auch dann in der Regel einer längeren Beobachtung des Hundes; wo die Circulationsstörungen vorherrschen, tritt meist bald nachdem der Hund den Käfig verlassen hat, besonders wenn man sich mit ihm beschäftigt und ihn auf den Beobachtungstisch setzt, der kardiale Anfall ein.

Was hier unter Umständen schon in der ersten Zeit der Krankheit sich bemerklich macht, das wird in den folgenden Tagen eine regelmässige und recht auffällige Erscheinung, dass die Respirations- und Circulationsstörungen, wie auch die abnormen Bewegungserscheinungen durch Aufregungen und Bewegungen der Hunde gesteigert werden. Fast nur so habe ich es überhaupt zu den stärkeren klonischen und tonischen Krämpfen kommen sehen und vollends zu den tetanischen oder epileptiformen Anfällen, welchen das Thier unmittelbar erlag, oder durch welche es rasch mehr und mehr erschöpft und dem Tode zugeführt wurde. Hunde, welche stunden- und tagelang im Käfig nur geringe Abnormitäten dargeboten hatten, zeigten die heftigsten Krankheitserscheinungen, kurz nachdem sie aus dem Käfig genommen waren; und umgekehrt legten sich die heftigsten Krankheitserscheinungen oft bald wieder, wenn man die Hunde in den Käfig zurückgebracht und sich selbst überlassen hatte. Nichts ist daher natürlicher, als dass die Hunde, die anfangs munter, spielerisch und viel in Bewegung sind, später, durch üble Erfahrungen

belehrt, sich verkriechen, beharrlich auf dem Bauche liegen und nicht durch Lockungen, nicht durch Drohungen, ja häufig nicht einmal durch Misshandlungen, durch Stechen und Drücken, in Bewegung zu setzen sind. Fälschlich hat man darin eine Apathie, Schläfrigkeit, Stupidität, Melancholie und eine verringerte Hautempfindlichkeit der Hunde infolge von Functionsstörungen des Gehirns gesehen. Bloss dadurch werden sensible Störungen angezeigt, dass die Hunde, und zwar zumeist gerade wenn sie aus ihrer Ruhe gebracht sind, den Kopf und auch den Körper schütteln, Hals und Kopf an der Wand, am Tische, am Boden scheuern, den Kopf mit den Pfoten reiben, mit dem Munde an die Flanken fahren, wie wenn sie dort Insekten suchten, lange die Pfoten belecken u. dgl. m. Wohl mögen es da in manchen Fällen die zur Zeit auftretenden fibrillären oder schwachen klonischen Zuckungen sein, welche durch die Empfindungen, die sie setzen, die Bewegungen veranlassen. Aber in anderen Fällen muss man auf Anomalien der Empfindung schliessen, und sie können nicht verwundern, wo, wie wir wissen, allgemeine Ernährungsstörungen des Centralnervensystems vorliegen, welche sich in Zuckungen kundthun. Welche Bewandtniss es mit der Apathie u. s. w. hat, geben aber auch die Hunde, welche stundenlang daliegen, ohne ein Glied zu rühren, in der Regel schon dadurch zu erkennen, dass sie jeder Bewegung des Beobachters mit den Augen folgen, auf Streicheln schwach, aber deutlich mit dem Schwanze wedeln, ja hin und wieder bei verdächtigen Geräuschen und wenn ein Fremder kommt, gleichsam sich vergessend, plötzlich bellen und auf die Thüre losfahren. Erst wenn schwere tetanische oder epileptiforme Anfälle jüngst vorhergegangen sind, wenn Zuckungen und Krämpfe durch Tage und Wochen bestanden haben, wenn in der dritten oder vierten Woche, nachdem die abnormen Bewegungserscheinungen sich mehr oder weniger verloren haben, der Hund erschöpft dem Tode entgegengeht, darf von einer Abnahme der Intelligenz die Rede sein, obwohl ich manchmal selbst dann noch jene Augenbewegungen, jenes Schwanzwedeln und selbst jenes Bellen beobachtet habe.

Auch wenn der Hund nach der Schilddrüsen-Exstirpation ganz ohne Nahrung bleibt, stellen sich die besprochenen Störungen ein. Wird ihm Nahrung gereicht, so frisst und säuft der Hund, sobald die Narkose sich verloren hat, in der Regel gern und gut. Aber die erste Fleischportion ist dann oft für ihn verhängnissvoll; — ich komme in der Folge noch darauf zurück. Ist er der Gefahr entgangen, oder ist er nüchtern geblieben, so fallen zur Zeit der ersten Respirations- und Circulationsstörungen, zuweilen sogar noch etwas vorher, häufige, rasch auf einander folgende Schluckbewegungen des Hundes, meist

mit Lecken der Nase verbunden, auf. Später gesellen sich, manchmal bei den nüchternen Hunden und regelmässig bei den anderen Hunden, welche kurz vorher Nahrung erhalten oder, was sie gern thun, während des ersten Anfalls Milch oder Wasser getrunken haben, Aufstossen, Brechbewegungen, Erbrechen hinzu. Das Erbrochene ist bei den nüchternen Hunden etwas schleimig-wässerige Flüssigkeit, sonst die ganze oder fast die ganze aufgenommene Nahrung, kaum verändert, höchstens die Milch, wenn mehrmals nach einander Erbrechen erfolgt, in den späteren Portionen verkäst. Wo vor einiger Zeit eingeführtes Fleisch im Magen verbleibt, entwickelt sich mitunter ein widriger Geruch aus dem Maule, und man findet bei der sofortigen Section des gestorbenen oder getödteten Thieres das Fleisch im Magen in voller Fäulniss. Wenn die Krankheit langsam ansteigt und besonders lange Remissionen erfolgen, können in den nächsten Tagen Nahrungsaufnahme und Verdauung ganz normal sein oder bloss zeitweiliges Aufstossen und Erbrechen zur Beobachtung kommen. Sobald aber andauernd fibrilläre Zuckungen bestehen oder gar Krämpfe sich mit diesen verbinden, ist immer durch Kiefer- und Schluckkrämpfe das Fressen verhindert, das Saufen erschwert. Die Hunde können jetzt zunächst noch etwa $^1/_2$—1 Liter Milch in 24 Stunden aufnehmen, aber nach einiger Zeit saufen sie weniger, und endlich, etwa von der dritten Woche an, fressen und saufen sie gewöhnlich gar nicht mehr oder wenigstens nicht der Rede werth, auch wenn sie noch 1—2 Wochen am Leben bleiben und wenn selbst die abnormen Bewegungserscheinungen sich ganz oder fast ganz verloren haben. Dass hier Anorexie, wie Hr. Schiff meinte, besteht, ist für manche Fälle um so sicherer, als sich bei der Section alle Zeichen einer starken Gastroenteritis finden. Aber andererseits sieht man zu oft die Hunde rasch und begierig an die Fleisch- oder Milchschüssel herantreten und nach vielen vergeblichen Kopf- und Maulbewegungen langsam, wie traurig davonschleichen, als dass man nicht für diese Fälle, statt des Mangels an Appetit, eine Unfähigkeit zu saufen und zu schlucken annehmen sollte. Künstliche Ernährung, mit welcher die HH. Albertoni und Tizzoni Erfolge erzielt haben wollen, ist mir ebensowenig, wie den HH. Sanquicico und Canalis, geglückt, da die in den Magen eingeführte Milch fast immer nach kurzer Zeit ausgebrochen wurde. So sind die Hunde dem Inanitionstode verfallen, der meist in der 4.—5. Woche nach allmählichem und sehr beträchtlichem Sinken der Körpertemperatur eintritt, wenn der Hund, zum Skelet abgemagert, ein Drittel des anfänglichen Körpergewichts verloren hat. Aber es ist nur ein Theil der Hunde, der so lange die Exstirpation überlebt. Manche Hunde erliegen schon früh, innerhalb 48 Stunden nach der Exstirpation,

und in ihrer vollen Kraft beim ersten respiratorischen oder kardialen Anfall den hinzugetretenen heftigen Muskelkrämpfen. Und andere Hunde sterben noch innerhalb der ersten zwei Wochen, ehe sie sehr abgemagert sind und ohne einen wesentlichen Abfall der Körpertemperatur, nachdem mehr oder weniger Anfälle und Krämpfe voraufgegangen sind, entweder in einem Krampfanfall oder ohne jeden Krampf, indem die Respiration rasch schwächer und aussetzend wird und endlich erlischt.

Die wesentlichen Krankheitserscheinungen zu erschöpfen, bleibt uns noch auf die epileptiformen Anfälle zurückzukommen, von welchen oben abgesehen wurde. Sie sind charakterisirt durch den Verlust des Bewusstseins, mit welchem manchmal erst tonische und dann klonische Krämpfe, manchmal aber auch allein tonische Krämpfe verbunden sind. Diesen Anfällen hatte es oben eine Ausnahmestellung unter den abnormen Bewegungserscheinungen verschafft, dass bei ihnen in den Fällen, dass das Lendenmark abgetrennt war, der Hinterkörper in Ruhe blieb und deshalb auf allgemeine Ernährungsstörungen des Centralnervensystems nicht so, wie sonst, zu schliessen war. Indess beseitigt den anscheinenden Gegensatz die weitere Verfolgung der epileptiformen Anfälle. Denn wo solche Anfälle überhaupt vorkommen, sieht man sie nicht für sich allein eintreten, sondern nachdem klonische oder tonische Krämpfe oder tetanische Anfälle voraufgegangen sind, und ebenso die letzteren Krämpfe und Anfälle ihnen nachfolgen oder gar mehrmals mit ihnen abwechseln. Man kann sich danach nicht wohl zu der Annahme verstehen, dass eine tage- oder wochenlange allgemeine Ernährungsstörung des Centralnervensystems hier und da für kurze Zeit durch eine örtlich beschränkte Ernährungsstörung unterbrochen werde. Sondern es ist nur die Auffassung berechtigt, dass bei andauernder allgemeiner Ernährungsstörung des Centralnervensystems zu einzelnen Zeiten und unter gewissen Umständen die verschiedenen Abschnitte des Centralnervensystems verschieden unter der Ernährungsstörung leiden, hier die oberen Abschnitte mehr als die unteren. Zu solcher Auffassung drängt auch schon die Thatsache, dass die fibrillären Zuckungen und die partiellen Krämpfe zuerst immer an sehr beweglichen Körpertheilen, doch ganz unregelmässig bald an den Vorderbeinen, bald an den Hinterbeinen, bald nur an dem rechten oder dem linken Beine, bald an der Zunge, bald an den Kiefern auftreten und nicht minder unregelmässig sich weiter über den Körper verbreiten.

Alles kurz zusammengefasst, folgen also der Schilddrüsen-Exstirpation beim Hunde etwa vom zweiten Tage an gewisse Respirations- und Circulationsstörungen, Schlucken und Erbrechen. Durch die Respi-

rations- und Circulationsstörungen wird der Gaswechsel des Blutes unzureichend und das Centralnervensystem, je länger, je mehr in seiner Ernährung beeinträchtigt. Erst schwächere, dann stärkere Krämpfe sind die Folgen, und häufig stirbt schon in den Krämpfen das Thier, infolge der mechanischen Behinderung der Athmung. Anderemal erliegt das Thier erst, wenn die Reizungserscheinungen erlöschen, indem das Athemcentrum, allmählich gelähmt, seine Thätigkeit einstellt. Sind die Respirations- und Circulationsstörungen nicht gross genug gewesen, um auf die eine oder die andere Weise das Ende herbeizuführen, so stirbt das Thier in den folgenden Wochen, durch den Nahrungsmangel erschöpft, den Hungertod.

Mit dieser vollkommeneren Einsicht in den Krankheitsverlauf haben wir für die Erkenntniss des Wesens der Krankheit eine bessere Grundlage erworben, als sie meine Vorgänger besassen. Hr. Schiff hatte die grossen Respirations- und Circulationsstörungen nicht bemerkt und deshalb die Ernährungsstörungen des Centralnervensystems, die er aus den Zuckungen und Krämpfen, wie aus der vermeintlichen Schlafsucht u. s. w. der Hunde erschloss, nicht anders als vom Ausfall der Schilddrüsenfunction abzuleiten vermocht. Seiner Vorstellung, dass der Schilddrüse eine für das Centralnervensystem unentbehrliche Function zukäme, ist man dann später blindlings gefolgt, auch nachdem von Hrn. Colzi die respiratorischen Anfälle und deren frühzeitiger Eintritt beobachtet waren: verführt offenbar durch das Licht, welches auf eine dunkle Drüsenfunction geworfen schien, und die bequeme Erklärung, die sich zugleich für die Cachexia strumipriva bot. Ja, so befangen war man im Suchen nach der hohen Aufgabe der Schilddrüse, dass die HH. Albertoni und Tizzoni ihren Fund des abnorm geringen Sauerstoffgehaltes des arteriellen Blutes nicht anders auszunutzen wussten, als dass sie kurzweg, ohne irgendeine weitere mögliche Ursache des Sauerstoffdeficits in Betracht zu ziehen, der Schilddrüse die Leistung zusprachen, den Blutkörperchen die Fähigkeit der Sauerstoffbindung zu verleihen. Jetzt wissen wir, dass, was durch die Schilddrüsen-Exstirpation zunächst herbeigeführt wird und worauf der ganze weitere Krankheitsverlauf beruht, gewisse Respirations- und Circulationsstörungen, Schlucken und Erbrechen sind. Diesen Störungen können centrale nervöse Vorgänge zugrundeliegen, ausschliesslich durch Ernährungsstörungen im Centralnervensystem infolge von Abnormitäten, sei es der Blutcirculation, sei es des circulirenden Blutes, bedingt. Allein es ist nicht zu übersehen, dass dieselben Störungen auch die Folgen von Erregungen peripherischer Nerven sein können, und dass gerade von den in der Umgebung der Schilddrüsenlappen gelegenen Nerven es bekannt ist, dass ihre Reizung

die Athemfrequenz und den Athemmodus verändert, die Zahl und die Grösse der Herzpulsationen, wie die Weite der Gefässe beeinflusst, Schlucken und Erbrechen erzeugt. Somit ist es wohl eine Möglichkeit, dass unsere Krankheit im Gefolge der Schilddrüsen-Exstirpation daher rührt, dass die Schilddrüse mit einer lebenswichtigen, für das Centralnervensystem bedeutsamen Function ausgefallen ist. Aber daneben stellt sich die andere Möglichkeit, dass die Krankheit, bei Unbedeutendheit der Schilddrüsenfunction und bei voller Bedeutungslosigkeit der Schilddrüse für das Centralnervensystem, bloss Reizungen entspringt, welchen die in der Umgebung der Schilddrüsenlappen befindlichen Nerven nach dem operativen Eingriff unterliegen.

Und eine nähere Erwägung fällt sogar nicht zu Gunsten der ersteren Möglichkeit aus. Denn mag man auch nichts darin finden, dass das irgendwie giftige Blut ganz unregelmässig bald zuerst das eine, bald zuerst das andere nervöse Centrum angreifen muss: man kann sich doch darüber nicht hinwegsetzen, dass hier die Wirkungen des Giftes, statt immer von geringen Anfängen allmählich anzuwachsen, öfters sogleich mit der grössten Stärke einsetzen und wiederum manchmal später eher eine Abnahme, als eine Zunahme zeigen sollen. Ist es ferner nur natürlich, dass nach dem Verluste unentbehrlicher Organe, z. B. der Nieren, die Lebensdauer nicht immer genau die gleiche ist, sondern bei den verschiedenen Individuen gemäss ihrer verschiedenen Constitution innerhalb gewisser enger Grenzen schwankt, so geht es doch über das Begreifliche hinaus, dass den Verlust der lebenswichtigen Schilddrüse die einen Hunde noch nicht 2 Tage, die anderen 4—5 Wochen überleben sollen. Endlich und hauptsächlich, wenn das Centralnervensystem durch die schlechte Beschaffenheit des Blutes mehr und mehr geschädigt wird, wie ist es dann zu verstehen, dass in vielen Fällen der Hund nicht anders als rein des Hungers stirbt? So sehen wir alles gegen und nichts in unseren Erfahrungen für eine unmittelbare Schädigung der Centralorgane sprechen, und wir müssen es doch für mehr als bloss einen merkwürdigen Zufall nehmen, dass die Grunderscheinungen der Krankheit gerade solche sind, wie sie die Reizung der die Schilddrüsenlappen umgebenden Nerven nach sich zieht.

In der That finden wir denn auch weiter Beweise für die zweite unserer beiden Möglichkeiten.

Die Untersuchung der Wunde an den Hunden, welche innerhalb 48 Stunden nach der Exstirpation im ersten Anfall gestorben sind, zeigt die Muskeln und das Bindegewebe, welche die Umgebung der Schilddrüsenlappen gebildet hatten, hyperämisch und geschwollen, dunkelblauroth, venös injicirt und dort, wo früher die Schilddrüsen-

lappen lagen, geringe oder grössere Ansammlungen seröser, mitunter blutiger Flüssigkeit. Auch wenn man die Hunde bald nachdem der erste Anfall eingetreten ist, zu Tode ätherisirt hat, erhebt man denselben Befund. Der Krankheitsbeginn fällt also zusammen mit einer entzündlichen Reaction der Umgebung der Schilddrüsenlappen, und es bedarf nur der Erinnerung an den sonst im allgemeinen mit der Entzündung verbundenen Schmerz, um uns übersehen zu lassen, was hier von Bedeutung ist. Vielleicht schon chemisch durch die veränderten Stoffwechselvorgänge, jedenfalls aber mechanisch durch die Infiltration des Bindegewebes und die Anschwellung der Muskeln müssen die Nerven in der Umgebung der Schilddrüsenlappen angegriffen und gereizt sein. Dabei ist nicht daran zu denken, dass die Reizung der Nerven etwa von einem schlechten Heilungsvorgange abhängig wäre; denn an den anderen, vorher und nachher operirten Hunden, welche länger am Leben blieben, sind die Wunden immer per primam geheilt. Überhaupt ist es mir im Verlaufe dieser Untersuchungen nur einmal während einiger Wochen vorgekommen, dass die Operationswunden eiterten und jauchten, — wie sich herausstellte, infolge des Catguts, das ich derzeit für die Unterbände verwandte, und das von einer gewissen Bezugsquelle in schlechter Beschaffenheit geliefert war. Von diesen Versuchen ist hier überall abgesehen worden. Nur das sei angeführt, weil es gerade augenblicklich von Interesse ist, dass auch wo die Vagosympathici, die Laryngei, die Rami cardiaci u. s. w. in Eiter und Jauche eingebettet sich fanden, in den geschilderten Krankheitserscheinungen keine wesentliche Abweichung sich zeigte, und dass manchmal die vorsichtige Ausspülung der eiterigen und jauchigen Wunden mit lauwarmem, leicht carbolisirtem Wasser einen respiratorischen Anfall oder heftige exspiratorische Dyspnoe oder starkes Schreien herbeiführte.

Was die letztere Erfahrung lehrte, wenn nicht die bezüglichen Versuche hier ausser Acht bleiben sollten, das stellt sich auch sonst, und zwar ohne jeden Eingriff von unserer Seite, einfach durch die Fleischfütterung heraus. Meinen Hunden war anfangs immer am zweiten Abend nach der Schilddrüsen-Exstirpation eine Schüssel mit Fleischstücken vorgesetzt worden, und die Hunde hatten dieselbe in der Regel, nachdem die Narkose sich verloren hatte, während der Nacht in Angriff genommen. Nicht selten wurden dann die Hunde am Morgen des dritten Tages todt gefunden. Offenbar hatte sie der Tod beim Fressen überrascht oder war wenigstens sehr bald dem Fressen gefolgt, da die Thiere manchmal quer über die Fleischschüssel hingestreckt lagen, da öfters nur ein Theil des Fleisches verzehrt und das aufgenommene Fleisch, ob es ausgebrochen oder im Magen

sich fand, immer wenig angegriffen war. So entstand der Verdacht, dass die Fütterung verhängnissvoll für die Hunde gewesen wäre, und er erwies sich berechtigt, indem die raschen Todesfälle ausblieben, nachdem ich gar keine Nahrung mehr oder bloss Milch am zweiten Abend hatte reichen lassen. Die räthselhafte Erfahrung klärte sich dann auf, als ich Hunden, welche bis dahin keine Nahrung nach der Operation erhalten hatten und noch keine anderen Krankheitserscheinungen, als höchstens einen beschleunigten und regelmässigen Puls darboten, am Morgen des dritten Tages Fleischstücke vorsetzen liess. Einzelne Hunde verschlangen vorsichtig und langsam ein oder wenige Stücke, nach Ausdruck und Bewegungen zu urtheilen, mit Schmerzen oder Beschwerden beim Schlucken; darauf entfernten sie sich von der Schüssel und traten nicht wieder an dieselbe heran: sie boten in den nächsten Stunden nichts besonderes dar. Andere Hunde frassen die Fleischportion ganz oder zum Theil auf, rasch und gut, anscheinend ohne alle Beschwerden; aber unmittelbar danach hatten sie ihre bisherige Munterkeit eingebüsst, sie schlichen plan- und ruhelos umher, und nicht lange dauerte es, so entwickelte sich ein respiratorischer Anfall, mitunter bis zu äusserster Heftigkeit. Noch andere Hunde fingen gierig zu schlingen an, aber schon beim ersten oder bei einem der nächsten Bissen fielen sie plötzlich, manchmal unter einem lauten Aufschrei, respirationslos auf die Seite um; entweder kehrte dann die Respiration sehr rasch zurück, und die Hunde richteten sich sogleich wieder auf, wie wenn nichts vorgefallen wäre, sie frassen nur nicht weiter, oder es trat, indem die Respiration etwas länger stillstand, ein starker tetanischer Anfall ein. In den Fällen, in welchen die Krankheit sich langsam entwickelte und besonders lange Pausen zwischen den Anfällen vorkamen, liessen sich dieselben Beobachtungen auch an den folgenden Tagen machen. Dagegen war nichts von alledem zu sehen, höchstens schien das Schlucken ein wenig erschwert, wenn die Hunde Milch oder Wasser tranken. Die Fleischfütterung bringt also die Gefahr für die Hunde mit sich, dass der Ausbruch und der Ablauf der Krankheit beschleunigt werden, und zwar durch das Schlucken der Fleischstücke; denn weil die Aufnahme von Milch oder Wasser ohne Schaden erfolgt und andererseits manchmal schon das Schlucken des ersten Bissens den Hund umwirft, ist der Gedanke an Reflexwirkungen vom Magen her ausgeschlossen. Aber der Schluckact selbst verläuft durchaus normal, stets gelangt der Bissen rasch in den Magen, nie bleibt er im Oesophagus stecken; und es ist daher nur die grössere Erweiterung, welche der Oesophagus durch die Fleischbissen erfährt, anzuklagen, dass sie, während sie sonst bedeutungslos ist, hier, wo der

Oesophagus unsere Wunde hinten begrenzt, Reizungen von Nerven setzt. Die Nerven am Halse müssen abnormer Weise schon in einem gewissen Grade erregt sein, so dass der Hinzutritt der mechanischen Reizung durch die Umfangszunahme des Oesophagus zu derjenigen Höhe der Erregung führt, welche den Athemstillstand, den respiratorischen Anfall u. s. w. veranlasst. Die Fleischfütterung macht demgemäss nicht bloss augenfällig, was wir schon vorher aus dem Befunde der entzündlichen Schwellung an der Wunde erschlossen, dass die in der Umgebung der Schilddrüsenlappen gelegenen Nerven angegriffen und gereizt sind, sondern sie thut zugleich weiter dar, dass die Reizung dieser Nerven solche Störungen bedingt, wie wir sie als wesentliche Krankheitserscheinungen nach der Schilddrüsen-Exstirpation finden. Und damit, wie mit der Beschleunigung, welche sie im Ausbruche und Ablaufe der Krankheit herbeiführt, zwingt sie geradezu die Erkenntniss auf, dass die Krankheit im Gefolge der Schilddrüsen-Exstirpation auf nichts anderem als der Reizung der Nerven in der Umgebung der Schilddrüse beruht. Merkwürdigerweise sind meine Vorgänger auf die Gefahren der Fleischfütterung kaum aufmerksam geworden. Nur Hr. Fuhr erwähnt, dass »nicht selten gerade während des Fressens ein Anfall von partieller oder allgemeiner Muskelstarre erfolgt, so dass die Thiere plötzlich zusammenfallen«, und sagt noch an einer anderen Stelle: »Der Tod der Thiere erfolgte ... wie ich mich bestimmt überzeugen konnte, im Allgemeinen um so früher, je kräftiger die Thiere noch nach der Wegnahme der Schilddrüse frassen«; aber weitere Beachtung hat auch er dem Gegenstande nicht geschenkt.

Gewisse Beobachtungen, welche man an den Augen der Hunde macht, kommen dann noch unterstützend hinzu. Wie man schon mehrfach beschrieben hat, tritt etwa 8 Tage nach der Schilddrüsen-Exstirpation, bloss in vereinzelten Fällen wesentlich früher oder später, ein Conjunctivalkatarrh auf mit erst schleimigem, dann eiterigem Secrete, es trübt sich die Cornea, es bilden sich ein oder mehrere Geschwüre an derselben, die Geschwüre wachsen in Breite und Tiefe, und schliesslich kommt es in der 3. oder 4. Woche zur Perforation. Nur sehr selten habe ich die Affection ganz ausbleiben oder ein Auge verschonen sehen; gewöhnlich erkranken beide Augen, wenn auch ungleich bezüglich der Intensität und des zeitlichen Verlaufes. Aber dieser Erkrankung gehen noch Veränderungen an der Pupille vorauf. In den ersten Tagen nach der Schilddrüsen-Exstirpation sieht man in dem weit offenen Auge die Pupille gross, mitunter auffallend gross; dann wird die Pupille, während die Augenlidspalte sich verengt, allmählich kleiner, bis sie endlich, manchmal noch ehe eine Spur der

Conjunctivitis sich zeigt, manchmal kurz nachdem der Conjunctivalkatarrh eingetreten ist, etwa Stecknadelkopfgrösse erreicht hat und sehr wenig beweglich ist. An sich hat die Pupillenveränderung augenblicklich nicht Interesse, weil ihre Ursache ebensowohl innerhalb wie ausserhalb des Centralnervensystems sich suchen liesse. Doch wird sie dadurch für uns wichtig, dass sie öfters an den beiden Augen desselben Thieres ungleichmässig erfolgt, derart dass eine Ungleichheit der Pupillen eintritt, die eine Pupille weit, die andere eng ist. Solche Ungleichheit kann nie durch eine allgemeine Ernährungsstörung des Centralnervensystems für sich allein herbeigeführt werden; sie kann nur zustandekommen, wenn, gleichviel ob daneben eine allgemeine Ernährungsstörung des Centralnervensystems das Verhalten der Pupillen beeinflusst oder nicht, ein einseitiger oder auf beiden Seiten ungleicher Angriff die nervösen Theile trifft, welche die Grösse der Pupillen regeln. Sie weist daher in unserem Falle wiederum auf die Reizung der Nerven in der Wunde hin; und die öfters an den beiden Seiten des Halses ungleiche Grösse der Reizung, welche sie anzeigt, entspricht nur dem, was von vorneherein zu erwarten stand und, wie wir sehen werden, unmittelbar nachweisbar ist, dass die entzündlichen Vorgänge an den beiderseitigen Exstirpationsstellen öfters nicht von gleicher Grösse sind.

Noch mehr Beweise gewinnen wir, wenn wir unseren operativen Eingriff dahin abändern, dass wir die Schilddrüsenlappen, nachdem wir sie bis zum Hilus losgelöst und die Gefässe und Nerven des Hilus en masse unterbunden haben, nicht mehr unterhalb des Unterbandes abschneiden und entfernen, sondern in ihre ursprüngliche Lage zurückbringen und im Thiere zurücklassen. Mit anderen Worten, an die Stelle der Exstirpationsversuche setzen wir die Ausschalteversuche, welche uns schon früher (I 834) von einem anderen Gesichtspunkte aus viel beschäftigt haben. Hier findet sich in der übergrossen Mehrzahl der Fälle die Krankheit wieder, welche wir der Schilddrüsen-Exstirpation haben folgen sehen, mit denselben Erscheinungen und demselben, schliesslich tödtlichen Verlaufe, höchstens dass der Krankheitsbeginn sich jetzt weniger selten bis in den 3. oder 4. Tag nach der Operation verspätet. In anderen Fällen treten nur vorübergehend für einige Zeit die Erscheinungen jener Krankheit auf, erst zunehmend, dann abnehmend, und die Hunde werden wieder ganz gesund. Endlich in den übrigen Fällen erkranken die Hunde überhaupt nicht. Regelmässig zeigen sich nun bei den Hunden der beiden ersteren Gruppen eine beträchtliche Schwellung an der Wunde und ein reichlicher Ausfluss von Wundsecret, während bei den letzteren Hunden keine Schwellung und auch nur wenig Wundsecret zu bemerken sind. Und

dieselbe enge Beziehung der Entzündung der Wunde zum Auftreten der Krankheit offenbart das Verhalten der ausgeschalteten Schilddrüsenlappen. Wir treffen sie bei den Hunden der beiden ersteren Gruppen wieder angeheftet und vascularisirt an, während sie bei den letzteren Hunden entweder ganz verschwundeu oder bloss in kleinen Resten erhalten sind. Wie dadurch für die ersteren Fälle der Ablauf einer starken entzündlichen Reaction in der Wunde dargethan ist, haben wir schon früher (I 840) gesehen.

Unter Umständen erlangen aber die Ausschalteversuche noch einen besonderen Werth. Bei ihnen, wie bei den Exstirpationsversuchen, stellen sich manchmal um den 7. Tag nach der Operation Nachblutungen ein, immer nur mässige, meist kleine Blutungen aus den unterbundenen Gefässen der Schilddrüsenlappen. Die Folgen dieser Blutungen sind an den kranken Hunden schwer festzustellen, weil die Krankheitserscheinungen in gar nicht vorherzusehender Weise dem Wechsel unterliegen, bald zunehmen, bald abnehmen, bald wieder zunehmen u. s. w. Anders aber ist es, wo die Nachblutung bei einem Ausschalteversuche eintritt, nachdem der Hund bis zum 7. oder 8. Tage nach der Operation ganz gesund geblieben ist. Da sehen wir in den folgenden Stunden den Hund unruhig werden, dann Aufstossen und Erbrechen eintreten, weiter einen respiratorischen Anfall allmählich zu voller Höhe sich entwickeln, endlich es zu Krämpfen kommen. Die Krankheit hat begonnen und verläuft nunmehr weiter, wie wir sie von der Schilddrüsen-Exstirpation her kennen. Gleichwerthige Versuche sind uns übrigens auch schon früher (I 842) begegnet. Bei denjenigen Ausschalteversuchen, bei welchen der Hund gesund geblieben war, hatten wir uns von der zweiten Woche an durch ein wiederholtes operatives Vordringen zur Luftröhre davon überzeugt, dass die Schilddrüse ganz oder nahezu verschwunden war. In einzelnen Fällen war aber danach der Hund, wie nach der Schilddrüsen-Exstirpation, erkrankt, und zwar dann, wenn eine entzündliche Schwellung oder Eiterung dem zweiten Eingriff gefolgt war.

So liegt eine Fülle von Beweisen vor uns, dass die Krankheit, welche der Schilddrüsen-Exstirpation beim Hunde folgt, Reizungen entspringt, welche die in der Umgebung der Schilddrüse befindlichen Nerven erfahren; und es ist kein Zweifel, dass wir in diesen Reizungen gefunden haben, was wir suchten, die unbeabsichtigten Schäden, welche die Exstirpation mit sich bringt. Doch hat unsere Untersuchung uns zugleich noch mehr gelehrt; unsere Erfahrungen haben gezeigt, dass es, wenn auch die Heilung *per primam* erfolgt, der Heilungsvorgang in der Wunde ist oder genauer die entzündliche Schwellung, welche die Reizungen der Nerven herbeiführt. Nur mittelbar also

erweisen sich die Schäden mit der Exstirpation verknüpft; sie haben in gewissem Sinne nichts mit der Operation an sich zu thun, sondern sind nur insofern von ihr abhängig, als dieselbe für die Art der Heilung von Bedeutung ist. Nicht dass genau dies oder jenes zerschnitten, verletzt, entfernt wird, macht die Schilddrüsen-Exstirpation für den Hund verhängnissvoll, sondern allein der Umstand, dass nach dem operativen Eingriff die Umgebung der Schilddrüsenlappen der entzündlichen Schwellung unterliegt. Bliebe diese Schwellung aus, so würde — müssen wir schliessen — der Hund nicht gefährdet sein, es käme nicht zu der Krankheit; und umgekehrt würde die Krankheit auch auftreten, wo ohne die Beseitigung der Schilddrüse die Umgebung der Schilddrüsenlappen einer entzündlichen Schwellung verfiele.

Die thatsächliche Bewährung der letzteren Schlüsse bliebe allein noch zu wünschen, damit die Richtigkeit der gewonnenen Einsicht vollkommen verbürgt wäre: und auch diese Bewährung bietet sich uns dar.

War es bisher vortheilhaft, davon abzusehen, so ist es jetzt an der Zeit, uns dessen zu erinnern, dass die Schilddrüsen-Exstirpation zwar fast immer, doch nicht unbedingt tödtlich für die Hunde ist. Der Reihe glücklicher Fälle, welche meine erste Mittheilung aufführte, lassen sich heute schon mehrere neue hinzufügen. Bei je einem von Hrn. HERZEN[1], von Hrn. PRUS[2] und von mir operirten Hunde haben sich gar keine Krankheitserscheinungen gezeigt; Hrn. HERZEN's Hund hat über ein Jahr gelebt, die beiden anderen Hunde sind nach $13^1/_2$, bzw. $8^1/_2$ Monaten getödtet worden. Wiederum waren Nebenschilddrüsen am Halse nicht vorhanden; und da ich überdies bei weit über 100 anderen Hunden vergebens nach solchen Nebenschilddrüsen gesucht habe, ist es offenbar ein ausserordentlich seltener Befund gewesen, der Hrn. FUHR's Untersuchung auf den Abweg führte. Ich habe nun bei dem Hunde, der vollkommen gesund blieb, die Wunde ganz vorzüglich, ohne jede Schwellung und so gut wie ohne Wundsecretion heilen sehen, während bei dem anderen Hunde (I 826), der nach heftigen Krankheitserscheinungen genas und nach späterer Wiedererkrankung am 95. Tage starb, in der gewöhnlichen Weise entzündliche Schwellung und reichliches Wundsecret zur Beobachtung kamen. Entsprechende Erfahrungen findet man von Hrn. BARDELEBEN gemacht[3]; und soweit sonst überhaupt Angaben vorliegen, ist, wo

---

[1] Bull. soc. Vaud. sc. nat. XXIII. p. 95.
[2] Nach gefälliger brieflicher Mittheilung.
[3] Vgl. BARDELEBEN's Verss. 2 u. 5.

die Krankheit ausblieb, die gute und rasche Heilung der Wunde hervorgehoben (Herzen[1], Prus).

Ebenso haben wir bei den Ausschalteversuchen, wenn der Hund gesund blieb, die Heilung immer ohne Schwellung der Wunde und unter spärlicher Wundsecretion sich vollziehen sehen; und dass die Drüsenlappen verschwunden oder bloss in kleinen Resten erhalten waren, lieferte noch einen besonderen Beweis für die geringe entzündliche Reaction, welche dem operativen Eingriff gefolgt war. Dagegen haben wir immer die Krankheit, wie nach der Schilddrüsen-Exstirpation, gefunden, wenn eine entzündliche Schwellung der Wunde eingetreten war, trotzdem dass dann die Schilddrüsenlappen in ansehnlicher Grösse wieder anwuchsen und functioniren konnten. Hier haben wir ferner einigemal die Erkrankung des bis in die 2. oder 4. Woche gesund gebliebenen Hundes beobachtet, nachdem wir durch das wiederholte operative Vordringen zur Luftröhre uns überzeugt hatten, dass die Schilddrüse ganz oder nahezu verschwunden war (s. o. S. 1076). Auch hat in den Fällen, in welchen der bis zum 7. oder 8. Tage gesund gebliebene Hund durch eine Nachblutung erkrankte, wenn das Thier starb oder geopfert wurde, keine Spur von der Schilddrüse sich gefunden.

Aber noch weitere werthvolle Erfahrungen liefern uns Versuche, welche man ganz anderes hat lehren lassen wollen. Ich habe oben darauf aufmerksam gemacht, wie durch das unzureichende Studium der Krankheitserscheinungen Hr. Schiff und durch ihn seine Nachfolger zu dem Glauben verführt wurden, dass der Schilddrüse eine wichtige, für das Centralnervensystem unentbehrliche Function zukäme. Seitdem ist der zweite grundsätzliche Fehler hervorgetreten, den meine Vorgänger begingen. Man hat es immer als selbstverständlich angenommen, dass die Krankheit im Gefolge der Schilddrüsen-Exstirpation ihre Ursache haben müsste entweder in dem durch die Entfernung der Schilddrüse erzielten Ausfall ihrer Function oder in den Nebenverletzungen, d. h. denjenigen Verletzungen, welche bei dem operativen Eingriff, um die Schilddrüse zu entfernen, unvermeidlich sind oder leicht erfolgen können. Darauf hin hat man die Äste des ersten Halsnerven, den äusseren Ast des Laryngeus superior, die vom Glossopharyngeus und vom Ganglion supremum zum Schilddrüsenlappen ziehenden Zweige, endlich auch den Recurrens der Prüfung unterzogen, indem man sie, jeden für sich oder mehrere zusammen, beider-

[1] Von Herzen's Versuchen ist hier auch noch Vers. 4 heranzuziehen, bei welchem der Hund 37 Tage gesund blieb und erst dann erkrankte. Auf die späte Erkrankung komme ich unten noch zurück.

seits durchschnitt oder zerrte oder unterband, einige auch nach oder ohne Unterbindung mit fünfprocentiger Höllensteinlösung betupfte. Darauf hin hat man ferner den Einfluss des operativen Eingriffs in seinen Theilen untersucht, indem man entweder bloss die Schilddrüsenlappen bis zum Hilus loslöste oder bloss die Gefässe und Nerven des Hilus beiderseits unterband. Und weil man bei allen den Versuchen die Folgekrankheit der Schilddrüsen-Exstirpation ausbleiben sah, hat man jede Bedeutung der peripherischen Nerven für diese Krankheit als ausgeschlossen und damit die hohe Function der Schilddrüse als durch den Versuch gesichert betrachtet. Aber die Voraussetzung, welche den Ausgangspunkt gebildet hatte, war falsch, weil die dritte Möglichkeit, dass die entzündliche Reizung der in der Umgebung der Schilddrüse gelegenen Nerven die Krankheit verursachte, ausser Acht gelassen war. Diese Möglichkeit liessen die Versuche nicht nur bestehen, wenn sie schon die Verletzungen bei der Operation und insbesondere die Verletzung der aufgeführten Nerven als unschuldig darthaten; sondern sie wiesen sogar, wie sich zeigen wird, auf das Zutreffen gerade dieser Möglichkeit hin, wenn man sie nur in etwas grösserer Zahl anstellte und ihre Ergebnisse genauer verfolgte.

Hunde, deren Schilddrüsenlappen man aus der Kapsel herausgehoben, bis zum Hilus losgelöst und wieder in ihrer ursprünglichen Lage befestigt hat, bleiben zu einem Theile allerdings ganz gesund, zum anderen Theile aber bieten sie vom 3. Tage an gewisse Abnormitäten dar. Puls- und Respirationsfrequenz sind erhöht, der Puls klein und regelmässig, die Arterien erschlafft. Der Hund schluckt und leckt viel, auch kommt es zu Aufstossen und Brechbewegungen. Wiederholt stellen sich für einige Zeit wesentlich verlängerte, stossende Exspirationen oder Husten ein; öfters auch werden die regelmässigen tieferen Respirationen für Minuten oder auch nur Bruchtheile einer Minute durch äusserst frequente und sehr flache Respirationen, bei geöffnetem Munde und hervorgestreckter Zunge, unterbrochen. Dabei ist der Hund theilnahmlos, geht ungern, folgt schlecht dem Ruf, schüttelt sich oft, scheuert und kratzt viel den Kopf, verkriecht sich immer wieder und bleibt beharrlich auf dem Bauche liegen. Nach einigen Tagen ist alles vorüber, und der Hund ist fortan ganz gesund. Zweifellos ist eine solche vorübergehende Erkrankung auch bei dem hierhergehörigen Versuche von Hrn. Fuhr vorgekommen, über welchen der Bericht dahin lautet, dass der Hund vom 2.—6. Tage Schmerzen beim Schlucken hatte, wenig frass und meist in einer Ecke des Stalles zusammengekauert lag; bei dem zweiten Fuhr'schen Versuche ist bloss eine Keratoconjunctivitis vom 6. Tage an beobachtet worden. Für

Hrn. Fuhr waren diese beiden Versuche, weil die Krämpfe, »die Haupterscheinungen, welche nach Schilddrüsenexcisionen einzutreten pflegen«, ausgeblieben waren, »völlig negativ ausgefallen«, d. h. der operative Eingriff sollte in Rücksicht auf die der Schilddrüsen-Exstirpation folgende Krankheit als bedeutungslos erwiesen sein. Uns lässt die bessere Kenntniss der Krankheitserscheinungen anders unsere Versuche beurtheilen. Wir sehen, dass schon das blosse Abheben der Schilddrüsenlappen manchmal die Folgen der Schilddrüsen-Exstirpation nach sich zieht, doch in so mässigem Grade, dass die Respirations- und Circulationsstörungen nicht diejenige Höhe erreichen, welche zur Herbeiführung von abnormen Bewegungserscheinungen erforderlich ist. In seltenen Fällen bleiben aber nicht einmal die Krämpfe aus und nimmt die Krankheit sogar den schlimmen Ausgang, wie nach der Schilddrüsen-Exstirpation. Denn einer meiner Hunde, der vorher schon wenig und am 7. Tage gar nicht gefressen hatte, zeigte am 8. Tage zahlreiche Bissstellen an Zunge und Backen, wie man sie immer nach heftigen Krämpfen findet; entsprechend war er äusserst schwach und schwankte, wenn man ihn zu gehen zwang; 36 Stunden später war er todt.

Unterbindet man, ohne die Schilddrüsenlappen abzuheben, beiderseits die Gefässe und Nerven des Hilus en masse, oder durchschneidet man dieselben, nachdem man sie doppelt unterbunden, zwischen den Unterbänden, oder unterbindet man alle zu und von den Schilddrüsenlappen gehenden Gefässe, oder entfernt man die die Drüsenlappen überziehende Kapsel mit den an und in ihr laufenden Nerven, so bleiben in der Regel die Hunde ganz gesund. In einzelnen Fällen jedoch treten im Verlaufe der folgenden Tage gewisse Krankheitserscheinungen auf. Man beobachtet vieles Schlucken und Lecken, Aufstossen, erhöhte Frequenz und Regelmässigkeit des Pulses, beschleunigtes Athmen, zeitweise stossende Exspirationen, Kopfschütteln, Scheuern und Kratzen des Kopfes; und für die Zeit, dass diese Erscheinungen vorhanden sind, ist der Hund wie schläfrig, träumerisch oder apathisch, verweigert die Nahrung und sucht die Ruhelage festzuhalten, während er sonst gut frisst und ganz munter und beweglich ist. Nach einigen Tagen sind alle Krankheitserscheinungen verschwunden; nur wenn zugleich eine Keratoconjunctivitis aufgetreten ist, erfordert deren Rückbildung eine längere Zeit. Die Schilddrüsenlappen werden bei diesen Versuchen, wie bei den Abhebeversuchen, bei welchen sie wieder anwachsen, meist nicht merklich verändert, manchmal etwas verkleinert, hin und wieder sogar vergrössert wiedergefunden. In einzelnen Fällen führen also auch die vorgenannten Eingriffe die Folgen der Schilddrüsen-Exstirpation herbei, doch dann

immer in noch geringerem Grade, als das Abheben der Schilddrüsenlappen, und gewissermaassen bloss spurweise.

Halten wir mit der Exstirpation der Schilddrüsenlappen und ihrer Ausschaltung das Abheben der Schilddrüsenlappen und die Unterbindung ihrer Gefässe oder die Zerstörung ihrer Kapseln zusammen, so haben wir eine Reihe von verschiedenen operativen Eingriffen an der Schilddrüse, bei welchen in der gegebenen Folge die Verletzung immer kleiner wird. Derselben Reihenfolge entsprechend tritt eine auf Respirations-, Circulations- und Ernährungsstörungen sich aufbauende Krankheit immer seltener, wie auch schwächer auf; aber keinerlei Eingriff führt die Krankheit unbedingt herbei, keinerlei Eingriff schliesst sie unbedingt aus. Unabhängig demgemäss von den Besonderheiten der Eingriffe und abhängig von der Grösse der Verletzung, muss die Krankheit durch etwas herbeigeführt sein, was die operativen Eingriffe alle mit sich bringen können, was aber desto häufiger und desto stärker sich einstellt, je grösser die Verletzung ist. Wüssten wir es nicht schon, wir müssten danach es annehmen, dass die Ursache der Krankheit in der Entzündung der Umgebung der Schilddrüsenlappen gelegen ist.

Der Gedanke drängt sich unmittelbar auf, dass sich auch durch chemische Agentien die Umgebung der Schilddrüsenlappen in Entzündung versetzen und damit, wenn auch bei der ganz verschiedenen Art der Reizung nicht gerade die Folgekrankheit der Schilddrüsen-Exstirpation, so doch eine ähnliche Krankheit herbeiführen lassen dürfte. Ohne dass ich gerade viel herumgeprobt hätte, habe ich es am besten gefunden, eine Mischung von 1 Theil Crotonöl und 50 Theilen Olivenöl zu benutzen und auf beiden Seiten des Halses, nachdem ich bloss soweit vorgedrungen war, dass der laterale Rand des Schilddrüsenlappens zu Gesichte kam, einen Tropfen der Mischung in das Bindegewebe etwas unterhalb des Hilus und hinter demselben mittels der Pravaz'schen Spritze zu versenken. Nimmt man mehr Crotonöl, wird die Entzündung zu heftig, nimmt man weniger, wird sie zu schwach. Auch bei der angegebenen Mischung kommt es vor, dass einzelne Hunde schon in 24 Stunden erliegen, andere Hunde nichts weiter als vorübergehend die gewöhnlichen Erscheinungen einer leichten phlegmonösen Entzündung zeigen. Aber daneben gewinnt man Versuche mit besonderen Krankheitserscheinungen, Versuche, bei welchen der Hund in 4—6 Tagen stirbt oder in etwa der gleichen Zeit, indem die Krankheitserscheinungen sich rasch wieder verlieren, zum normalen Verhalten zurückkehrt. Man beobachtet bläuliche Verfärbung der Zunge, häufige Schluckbewegungen, erschwertes Schlucken der Nahrung, Erbrechen. Bei mässig erhöhter

Respirationsfrequenz ist die Exspiration wesentlich verlängert und mit stossenden Geräuschen verknüpft; von Zeit zu Zeit tritt Niesen oder Husten auf; öfters schieben sich auch für Minuten oder Bruchtheile einer Minute sehr häufige und flache Respirationen, bei geöffnetem Munde und vorgestreckter Zunge, ein. Die Arterien sind erweitert; der Puls ist sehr frequent, klein und regelmässig; zeitweise bestehen Herzpalpitationen. Fibrilläre Zuckungen stellen sich ein, mehr oder weniger weit über die Musculatur verbreitet, und klonische wie tonische Krämpfe in den Extremitäten. Die Augäpfel springen anfangs vor und sind später weit zurückgetreten, die Pupillen sind zuerst erweitert, später verengt; öfters bieten die beiden Augen bezüglich der Stellung des Augapfels wie der Grösse der Pupille ein ungleiches Verhalten dar. Die Schilddrüsenlappen finden sich, wo die Entzündung zum Tode führte, mehr oder weniger injicirt, mitunter von hämorrhagischen Punkten durchsetzt; sonst erscheinen sie, abgesehen von bindegewebigen Verdickungen und Verwachsungen der Kapseln, unverändert. Die aufgeführten Abnormitäten sind nicht alle an einem und demselben Hunde zu beobachten, noch wiederholen sie sich bei verschiedenen Hunden in derselben Weise. Der Wechsel im Krankheitsverlaufe von Fall zu Fall, der schon die Versuche der Schilddrüsen-Exstirpation auszeichnet, kehrt in noch höherem Grade bei unseren Versuchen wieder: nicht zu verwundern, da die Entzündung hier erst recht tausendfach verschieden sich ausbreiten und verlaufen wird. Aber das Übereinstimmende der Krankheitserscheinungen nach der Schilddrüsen-Exstirpation und andererseits nach unserer Crotonöl-Injection ist nicht zu verkennen; und es erhöht noch die Ähnlichkeit der Affectionen, dass auch nach der Crotonöl-Injection die raschen Todesfälle am 2. und 3. Tage vorkommen bei Hunden, welche kurz zuvor ganz gesund erschienen oder nur unbedeutende Krankheitserscheinungen zeigten.

Für die weitere Verfolgung der der Schilddrüsen-Exstirpation folgenden Krankheit würde nunmehr der Antheil genauer festzustellen sein, welchen die einzelnen Nerven in der Umgebung der Schilddrüse an der Ausbildung der Krankheit nehmen. Dafür würde es, wie ich mich überzeugt habe, sehr ausgedehnter und umständlicher Untersuchungen bedürfen. Denn soviel auch die Nerven am Halse mittels einer zu raschen Erfolgen führenden elektrischen Reizung und mittels Durchschneidung oder Unterbindung studirt sind, so können doch die erworbenen Kenntnisse nur als Wegweiser dienen, wo es sich um langdauernde schwächere und an- und abschwellende Reizungen, wie um ganz allmähliche Lähmungen handelt, und wo zudem Reizungen und Lähmungen an den verschiedenen Abtheilungen desselben

Nerven neben einander hergehen können. Welche Vorsicht im Urtheil unter diesen Umständen geboten ist, mag ein Beispiel beleuchten. Von der nach der Schilddrüsen-Exstirpation häufig auftretenden Keratoconjunctivitis war vermuthet worden, dass sie bloss die Folge von äusseren Verletzungen des Auges wäre, und Hr. Fuhr hatte diese Vermuthung mit Recht zurückgewiesen. Hr. Fuhr hat dann seinerseits die Keratoconjunctivitis in Beziehung zu den die Schilddrüse kreuzenden Ästen des ersten Halsnerven gebracht, weil er sie auch ohne dass die Schilddrüse exstirpirt war, in zweien von drei Versuchen nach Unterbindung der genannten Äste fand: und darin ist ihm nicht beizupflichten. Denn ob man die Halsnervenäste reizt oder unterbindet oder durchschneidet oder resecirt, ob man diese oder jene der oben besprochenen Operationen ausführt, überall geschieht es, wie es auch schon die Durchsicht von Hrn. Fuhr's Versuchen lehrt, dass das eine Mal die Keratoconjunctivitis folgt, das andere Mal dieselbe ausbleibt. Aber Hr. Fuhr ist noch weiter gegangen und hat — darum ist es hier uns besonders zu thun — darauf hingewiesen, dass die Keratoconjunctivitis kein Symptom von Verletzung oder Reizung des Sympathicus bilden könne. Der Sympathicus bleibe bei der Unterbindung der Halsnervenäste völlig intact; auch existire in der ganzen Physiologie keine Beobachtung betreffs des Nerven, die eine derartige Erklärung nur wahrscheinlich mache; den Verletzungen des Sympathicus bei Kropfoperationen seien ebenfalls andere Symptome gefolgt, meist Ptosis des oberen Lides und Pupillendilatation, niemals Entzündungserscheinungen. Man hebe nun an einem Hunde beiderseits den Vagosympathicus, mit äusserster Schonung der Nachbarschaft, heraus, lege ihn auf Elektroden und reize ihn wiederholt für einige Minuten mit schwachen Inductionsströmen; nach $^1/_2$—1 Stunde bringe man die Nerven in ihre ursprüngliche Lage zurück und vernähe die Wunde. Man wird, während die Wunde bestens verheilt, wenn nicht immer, so doch häufig an dem einen oder dem anderen Auge eine Keratoconjunctivitis sich entwickeln und später heilen sehen. Ich habe ebenso die Heilung der anfangs aufgetretenen Keratoconjunctivitis regelmässig bei denjenigen Hunden beobachtet, welche die Krankheitserscheinungen der Schilddrüsen-Exstirpation nur vorübergehend zeigten.

Doch so vieles Interessante auch in der angezeigten Richtung sich ergeben dürfte, jedenfalls kann es hier nicht unsere Sache sein, die weitschichtigen Untersuchungen durchzuführen. Hier genügt, dass in dem Heilungsvorgange, und zwar in der mit ihm verbundenen Reizung der die Schilddrüse umgebenden Nerven die Ursache der Krankheit erkannt ist. Nur zweierlei Erfahrungen bleiben deshalb

noch zu betrachten, welche der gewonnenen Einsicht sich nicht unterordnen und zu einer gewissen Vervollkommnung derselben führen.

Nicht bloss wenn die Krankheitserscheinungen der Schilddrüsen-Exstirpation nur in mässigem Grade auftraten, kann es zur Genesung der Hunde kommen, sondern zuweilen werden auch Hunde wieder gesund, welche für 2—3 Wochen schwer erkrankt und heftigen Krämpfen verfallen waren. Schon Hr. Bardeleben und die HH. Albertoni und Tizzoni haben solche Beobachtungen gemacht. Ich habe es einmal nach der Schilddrüsen-Exstirpation, mehrmals nach der Ausschaltung der Schilddrüse gesehen; und jedesmal zeichnete sich zugleich der Hund vor seinen Leidensgenossen dadurch aus, dass er, sobald die Krämpfe nachgelassen hatten, wieder reichlich Nahrung zu sich nahm. Offenbar waren diese Thiere durch die aussergewöhnlich geringen Ernährungsstörungen, welche bei ihnen bestanden, vor der Inanition bewahrt worden, welcher sonst die Hunde, wie wir fanden, nach Überwindung der Krämpfe erliegen. Meine dem Tode entronnenen Hunde blieben dann durch Monate ganz gesund und nahmen an Körpergewicht zu. Aber eine Ausnahme machte der Hund, dessen Schilddrüse exstirpirt war, indem er, wie ich schon erwähnt habe (I 826), wiederholt erkrankte: etwa alle 3 Wochen stellten sich von neuem für 1—2 Tage Krämpfe, Erbrechen und Respirationsstörungen ein — auf Circulationsstörungen habe ich derzeit noch nicht geachtet —, bis der Hund am 95. Tage in einem Krampfanfall starb. Ähnliches hat sich, wie ich finde, nur noch einmal bei einem Versuche von Hrn. Herzen ergeben; denn auf die beiläufige Bemerkung der HH. Albertoni und Tizzoni, dass bei Hunden, welche sie selber nach der Schilddrüsen-Exstirpation immer in vollster Gesundheit beobachteten, ihr Diener zu später Zeit, etwa einen Monat nach der Operation, gelegentlich einmal dyspnoische Anfälle gesehen habe, ist, meine ich, kein Gewicht zu legen. Hr. Herzen hat bei einem Hunde, bei welchem es kaum zu Störungen durch die Schilddrüsen-Exstirpation gekommen und die Wunde rasch geheilt war, nach wochenlangem besten Befinden am 37. Tage die verhängnissvolle Krankheit beginnen und in 14 Tagen zum Tode führen sehen. Es liegen also bloss zwei Fälle vor und muss in Anbetracht der sehr grossen Zahl von Schilddrüsen-Exstirpationen, welche am Hunde ausgeführt worden sind, wie der etwa 25 Hunde, welche bisher nach der Exstirpation oder der Ausschaltung der Schilddrüse durch viele Monate oder durch Jahre in andauernder Gesundheit beobachtet worden sind, als ein ausserordentlich seltenes Vorkommniss gelten; aber es ist zweifellos, dass die Krankheit nach der Schilddrüsen-Exstirpation zum Ausbruche kommen oder von neuem auftreten kann zu einer Zeit, zu welcher der Heilungsvorgang

in der Wunde, den wir überall sonst die Krankheit haben herbeiführen sehen, längst abgelaufen ist.

Was in solchen Fällen die Ursache der Krankheit abgiebt, ist natürlich nach den zwei Versuchen weder mit Sicherheit noch erschöpfend auszumachen. Man wird daran denken, dass, wo durch eine Entzündung Bindegewebe neu gebildet ist, noch nach Wochen und Monaten eine besondere Empfindlichkeit besteht, durch geringfügige Schädlichkeiten leicht eine neue Entzündung hervorgerufen wird. Auf diese Weise, durch eine neue Entzündung, könnte ungezwungen der HERZEN'sche Fall seine Erklärung finden. Doch für meinen Fall erscheint die Erklärung dort nicht zutreffend, wo nicht bloss heftige Krankheitserscheinungen jäh das volle Wohlbefinden unterbrachen, sondern auch noch an demselben oder am folgenden Tage wieder das normale Verhalten eintrat. Das eine Mal hatte der Hund zu fressen angefangen und gierig einige Fleischstücke verschlungen, als er unter einem lauten Aufschrei umfiel und einen tetanischen Anfall zeigte; ein anderes Mal hatte der ruhig daliegende Hund auf den Anruf brüsk den Kopf nach links gedreht, und als er unmittelbar danach mit einem kurzen Aufschrei sich erhob, waren tonische Krämpfe in den Hinterbeinen zu beobachten; ein drittes Mal war es zu ebensolchen tonischen Krämpfen gekommen, als der Hund in ausgelassenster Munterkeit aus dem Käfig gesprungen war. Man wird danach nur annehmen können, dass mechanische Reizungen der der Schilddrüse benachbarten Nerven, durch das Schlingen oder durch brüske Kopfbewegungen bedingt, die vorübergehenden Krankheitserscheinungen herbeigeführt haben. Möglicherweise erfahren jene Nerven oder ihre Centren infolge des operativen Eingriffs unter Umständen eine Steigerung ihrer Erregbarkeit. Jedenfalls aber werden durch den Fortfall der Schilddrüsenlappen die Nerven bei der Heilung der Wunde manchmal in solche Lagen und Verbindungen gerathen können, dass sie durch die Bewegungen der Trachea, des Oesophagus, des Kopfes abnormen Zerrungen ausgesetzt sind. Man findet auch die Wunden sehr verschieden verheilt, bald so, dass die vorher durch den Schilddrüsenlappen getrennten Organe bloss mit glatten Flächen lose einander berühren, bald so, dass ein zartes lockeres Bindegewebe dieselben Organe vereinigt, bald auch so, dass ein derberes Bindegewebe oder eine dicke bindegewebige Schwiele die nämliche Verbindung herstellt. Bei unserem Hunde hier war es auf der rechten Seite des Halses zartes lockeres Bindegewebe, das an der Exstirpationsstelle die Organe mit einander verband, auf der linken Seite ein fester sehniger Narbenzug. Nur darüber dürfte man daher sich wundern, dass nicht schon eher die Folgen von Zerrungen der Nerven uns

entgegengetreten sind: es wird dem zuzuschreiben sein, dass diese Folgen bei dem gewöhnlichen Verlaufe der Krankheit von den Folgen der Entzündung der Wunde nicht gut zu unterscheiden waren und, wo sie etwa zu einer späteren Zeit der Krankheit auftraten, den letzteren Folgen zugerechnet worden sind.

Anscheinend weitab und doch wohl, wie sich zeigen wird, in einer gewissen Beziehung zu dem eben Behandelten steht die andere hierhergehörige Erfahrung, welche man bei den zweizeitigen Schilddrüsen-Exstirpationen macht. Wenn nach der Exstirpation der unteren Partien beider Schilddrüsenlappen der Hund gesund bleibt oder bloss mässige Krankheitserscheinungen zeigt, während er nach der späteren Exstirpation der zurückgebliebenen Reste beider Lappen schwer erkrankt und stirbt, so entspricht dies nur der Abhängigkeit, in welcher die der Schilddrüsen-Exstirpation folgende Krankheit oben von der Grösse der Verletzung sich ergab. Schon dass die Operation bereits angegriffene und verheilte Stellen trifft, macht die zweite Verletzung grösser, und dazu kommt noch, dass dem Eingriff in der Nähe des Hilus eine besondere Bedeutung beizumessen ist; denn abgesehen davon, dass, wenn man zuerst die oberen Partien beider Schilddrüsenlappen exstirpirt, die verhängnissvolle Krankheit nicht ausbleibt, zeigt sich bei den Versuchen mit Crotonöl-Injection das Auftreten der charakteristischen Krankheitserscheinungen gerade daran geknüpft, dass das Öl, wie ich es angab, in der Gegend des Hilus und nicht weiter unten in das Bindegewebe versenkt wird. Aber nicht so verständlich sind die Erfolge, wenn man die beiden Schilddrüsenlappen zu verschiedenen Zeiten exstirpirt, einen jeden von einem eigenen lateralen Hautschnitt aus, so dass die Verletzung beidemal die gleiche ist. Da bleibt nach der ersten Exstirpation der Hund gesund und tritt nach der zweiten, auch wenn sie erst nach Wochen und Monaten der ersten nachfolgt — ich habe bei einigen neueren Versuchen die Zwischenzeit bis über 5 Monate hinaus verlängert —, die Krankheit, wie nach der gleichzeitigen Exstirpation der beiden Lappen, ein. Allerdings fehlt es nicht, wie wir schon wissen (I 830), an einzelnen Fällen, in welchen nach der Exstirpation des ersten Lappens der Hund erkrankt und sogar stirbt; aber die Seltenheit der Ausnahmen erhöht nur das Auffällige der Regel. Man sieht hier den Heilungsvorgang nach einseitiger Exstirpation an sich gewöhnlich nicht ausreichen, die Krankheit hervorzurufen, und doch dazu befähigt, wenn vorher ein Schilddrüsenlappen exstirpirt ist. Es kann danach nicht anders sein, als dass durch die Exstirpation eines Schilddrüsenlappens, wenn sie auch bedeutungslos sich darstellt, doch ein wesentlicher, noch unbekannter Schaden eingeführt ist.

Über die Natur des Schadens vermag ich sicheres nicht auszusagen: meine verhältnissmässig wenig zahlreichen zweizeitigen Exstirpationsversuche haben sie beiläufig nicht erkennen lassen, und besondere Untersuchungen habe ich nicht angestellt. Man weiss von gewissen auf beiden Seiten des Körpers vorhandenen Nerven und gerade solchen, welche die Respiration und die Circulation beherrschen, dass der eine ohne merklichen Schaden ausfallen kann, während der Verlust auch des zweiten die grössten Störungen mit sich bringt; und so könnte man vermuthen, dass von einem derartigen Nervenpaare der eine Nerv infolge der Exstirpation des ersten Lappens zugrundegehe. Indess spricht dagegen, dass, wie nach der Schilddrüsen-Exstirpation, so auch nach der Exstirpation des zweiten Schilddrüsenlappens die anfänglichen Krankheitserscheinungen nur von Reizungen, nicht von Lähmungen der Nerven abzuleiten sind. Eher darf man daran denken, dass durch die Schädigungen, welche die Nerven infolge der Exstirpation des ersten Lappens erfahren, die Erregbarkeit wachse von Nervencentren, welche den in Betracht kommenden Nerven beider Seiten gemeinschaftlich sind. Vornehmlich jedoch ist, wie ich glaube, der Schaden darin zu suchen, dass, während der Halspartie um die Schilddrüse herum nach dem Fortfall des ersten Lappens das unversehrte Gefüge der anderen Seite noch einen gewissen Halt gewährt, solcher Halt durch den Verlust des ersten Lappens nicht mehr vorhanden ist nach dem Fortfall des zweiten Lappens. Die neue Anordnung der dem Schilddrüsenlappen benachbarten Organe wird daher nach der zweiten Exstirpation der natürlichen Anordnung weniger entsprechen als nach der ersten, die entzündliche Schwellung wird dort die Nerven wirksamer angreifen können als hier, Verlagerungen und Zerrungen der Nerven werden auf der zweiten Seite in höherem Grade möglich sein als auf der ersten. In der Hinsicht ist die Sachlage nach der Exstirpation des zweiten Lappens vielleicht sogar noch ungünstiger als nach der gewöhnlichen Schilddrüsen-Exstirpation, weil die Wunde der erstverletzten Seite schon vernarbt ist; und es könnte dadurch, zumal wenn Zerrungen der Nerven auf der erstverletzten Seite sich hinzugesellen, leicht der Vortheil aufgewogen werden, der darin liegt, dass die Entzündung auf eine Seite beschränkt ist. Mich nimmt für diese Auffassung nicht bloss ein, dass sie wiederum den Verlagerungen und Zerrungen der Nerven eine gewisse Bedeutung für die Krankheitserscheinungen zuweist, sondern ganz besonders noch der Umstand, dass auch bei der gewöhnlichen Schilddrüsen-Exstirpation oft, wenn die Wunde auf der einen Seite sehr rasch verheilt, die Überzeugung sich aufdrängt, dass die Krankheit einzig und allein durch den Heilungsvorgang auf der anderen Seite herbei-

25 Tagen weit unter die Norm sinke, endlich die Thiere 4—7 Wochen nach der Operation comatös sterben. Je öfter diese Angaben, trotzdem dass sie schon Hr. Horsley selber, wie ich zeigte (I 845), mit einer zweiten Versuchsreihe nicht hat bestätigen können, von ärztlicher Seite herangezogen werden, die Abhängigkeit des Myxödems vom Untergange der Schilddrüsenfunction zu stützen, desto mehr ist zu betonen, dass dieselben in allen Einzelheiten unrichtig sind. An keinem meiner Affen haben sich während des Lebens oder bei der Section die geringsten Spuren von Myxödem und Cretinismus ergeben, die Haut war normal, die Speicheldrüsen waren nicht hypertrophisch, die Parotis producirte nicht Mengen von Mucin, nirgend bestanden Mucininfiltrationen der Gewebe.[1] Die Täuschung, welcher Hr. Horsley verfallen ist, aufzuklären, sehe ich keine Möglichkeit.

Wir finden beim Affen nach der Schilddrüsen-Exstirpation dieselben wesentlichen Krankheitserscheinungen wieder, welche wir beim Hunde kennen gelernt haben: fibrilläre Zuckungen, klonische oder tonische Krämpfe, tetanische oder epileptiforme Anfälle mit nachfolgenden Paresen; ferner respiratorische Anfälle, Herzpalpitationen, Schlucken und Erbrechen. Unter diesen Erscheinungen nimmt auch manchmal die Krankheit denselben tödtlichen Verlauf, und zwar regelmässig dann, wenn der operative Eingriff besonders verletzend war. Nur in zwei Fällen bin ich auf Schwierigkeiten bei der Operation gestossen, so dass ich die Schilddrüse nicht ohne merkliche Zerrung oder Quetschung der Nachbarschaft exstirpiren konnte: bei dem Affen *A* in Folge der Kürze des Halses, weshalb ich die kleinen Makaken nicht wieder für die Versuche verwandte, und bei dem Affen *G*, bei welchem die Drüsenlappen weit rückwärts lagen und auch die Entfernung des Isthmus nur mühsam gelang. Und beidemal sind die Affen nach so schwerer Krankheit, wie man sie in der Regel nach der Schilddrüsen-Exstirpation beim Hunde sieht, der erstere am 9. Tage, der letztere schon nach 30 Stunden gestorben; bei dem letzteren Affen fand sich auch die Umgebung der Exstirpationsstellen auffallend stark geröthet und geschwollen. Dagegen tritt, wenn die Operation gut und leicht sich ausführen liess, die Krankheit nur in mässigerem, zuweilen sehr geringem Grade auf und macht in längerer oder kürzerer Zeit wieder dem normalen Verhalten Platz. Ich habe es deshalb schon in meiner ersten Mittheilung als die Verschiedenheit,

---

[1] Hr. E. Salkowski ist so freundlich gewesen, einige Theile der Affen *C* und *F* auf Gehalt an Mucin zu untersuchen. Das Blut vom Affen *C*, die Parotis und das Muskelfleisch vom Affen *F* waren frei von Mucin; bei der Parotis vom Affen *C* und der Submaxillaris vom Affen *F* war die Anwesenheit einer minimalen Spur von Mucin nicht ganz auszuschliessen.

zu sich. Am 40. Tage sah man ihn beharrlich auf dem Bauche liegen, bei voller Besinnung und überhaupt ohne weitere Abnormitäten; von Zeit zu Zeit bewegte er den Kopf oder holte mit der Hand ein Apfelstück heran; die zwei Male, dass er sich zu erheben versuchte, verfielen die Hinterextremitäten sogleich in äusserst heftige Zitterbewegungen, und der Affe legte sich alsbald wieder hin. Am Morgen des 41. Tages wurde er todt gefunden. An diesem Affen zeigte sich bei der Section der Isthmus der Schilddrüse, der hier von den Seitenlappen vollkommen isolirt war, in der Form eines etwa 1^{mm} dicken und $3-4^{mm}$ breiten Bandes, welches den ersten Trachealring bedeckte, zurückgelassen; an allen übrigen Affen erwies die Section den völligen Verlust der Schilddrüse, und nie wurden Nebenschilddrüsen gefunden.

Nach den neuen Versuchen habe ich erst recht darauf verzichten zu sollen geglaubt, die Untersuchung des Affen fortzusetzen. Die richtige Beurtheilung der HORSLEY'schen Angaben war durch die acht Versuche gesichert. Auch liessen sich die Folgen der Schilddrüsen-Exstirpation beim Affen im Anschluss an unsere Untersuchung des Hundes befriedigend übersehen. Für irgendwelches genauere Studium aber eignet sich der Affe nicht. Denn weil die Herausnahme aus dem Käfig und jeder dann auferlegte Zwang das Thier in Aufregung versetzen, ist man für eine brauchbare Verfolgung der hier gerade wichtigen Respirations- und Circulationsveränderungen auf die Untersuchung des im Käfig verbliebenen Thieres angewiesen, wodurch die Beobachtungen immer nur mangelhaft und mit empfindlichen Lücken zu machen sind. Gar nicht zu reden von der Schwierigkeit, welche die Beschaffung des Materiales böte, das wegen des Wechsels der Erscheinungen von Fall zu Fall hier ebenso reichlich zu Gebote stehen müsste, wie bei der Untersuchung des Hundes.

Von dem Bilde, das Hr. HORSLEY von den Folgen der Schilddrüsen-Exstirpation beim Affen entworfen hat, bleibt nach meinen Versuchen nichts anderes bestehen, als dass Tremor mit Paroxysmen vorkommt. Schon dass einige Tage nach der Exstirpation Tremor auftrete, dann klonische und tonische Paroxysmen sich hinzugesellen und nach etwa 20 Tagen erst die Paroxysmen, dann der ständige Tremor verschwinden, trifft, wie ein Blick auf meine Versuche lehrt, nicht zu. Vollends aber kann keine Rede davon sein, dass weiter die Symptome des Myxödems und des Cretinismus sich ausbilden, der Affe geistig immer schwächer und apathisch werde, die Haut des Gesichtes, des Bauches u. s. w. infolge einer Mucininfiltration der Gewebe anschwelle, die Speicheldrüsen enorm hypertrophiren, Mengen von Mucin die Parotis producire, die Temperatur nach etwa

25 Tagen weit unter die Norm sinke, endlich die Thiere 4—7 Wochen nach der Operation comatös sterben. Je öfter diese Angaben, trotzdem dass sie schon Hr. Horsley selber, wie ich zeigte (I 845), mit einer zweiten Versuchsreihe nicht hat bestätigen können, von ärztlicher Seite herangezogen werden, die Abhängigkeit des Myxödems vom Untergange der Schilddrüsenfunction zu stützen, desto mehr ist zu betonen, dass dieselben in allen Einzelheiten unrichtig sind. An keinem meiner Affen haben sich während des Lebens oder bei der Section die geringsten Spuren von Myxödem und Cretinismus ergeben, die Haut war normal, die Speicheldrüsen waren nicht hypertrophisch, die Parotis producirte nicht Mengen von Mucin, nirgend bestanden Mucininfiltrationen der Gewebe.[1] Die Täuschung, welcher Hr. Horsley verfallen ist, aufzuklären, sehe ich keine Möglichkeit.

Wir finden beim Affen nach der Schilddrüsen-Exstirpation dieselben wesentlichen Krankheitserscheinungen wieder, welche wir beim Hunde kennen gelernt haben: fibrilläre Zuckungen, klonische oder tonische Krämpfe, tetanische oder epileptiforme Anfälle mit nachfolgenden Paresen; ferner respiratorische Anfälle, Herzpalpitationen, Schlucken und Erbrechen. Unter diesen Erscheinungen nimmt auch manchmal die Krankheit denselben tödtlichen Verlauf, und zwar regelmässig dann, wenn der operative Eingriff besonders verletzend war. Nur in zwei Fällen bin ich auf Schwierigkeiten bei der Operation gestossen, so dass ich die Schilddrüse nicht ohne merkliche Zerrung oder Quetschung der Nachbarschaft exstirpiren konnte: bei dem Affen *A* in Folge der Kürze des Halses, weshalb ich die kleinen Makaken nicht wieder für die Versuche verwandte, und bei dem Affen *G*, bei welchem die Drüsenlappen weit rückwärts lagen und auch die Entfernung des Isthmus nur mühsam gelang. Und beidemal sind die Affen nach so schwerer Krankheit, wie man sie in der Regel nach der Schilddrüsen-Exstirpation beim Hunde sieht, der erstere am 9. Tage, der letztere schon nach 30 Stunden gestorben; bei dem letzteren Affen fand sich auch die Umgebung der Exstirpationsstellen auffallend stark geröthet und geschwollen. Dagegen tritt, wenn die Operation gut und leicht sich ausführen liess, die Krankheit nur in mässigerem, zuweilen sehr geringem Grade auf und macht in längerer oder kürzerer Zeit wieder dem normalen Verhalten Platz. Ich habe es deshalb schon in meiner ersten Mittheilung als die Verschiedenheit,

---

[1] Hr. E. Salkowski ist so freundlich gewesen, einige Theile der Affen *C* und *F* auf Gehalt an Mucin zu untersuchen. Das Blut vom Affen *C*, die Parotis und das Muskelfleisch vom Affen *F* waren frei von Mucin; bei der Parotis vom Affen *C* und der Submaxillaris vom Affen *F* war die Anwesenheit einer minimalen Spur von Mucin nicht ganz auszuschliessen.

welche Hund und Affe in den Folgen der Schilddrüsen-Exstirpation darbieten, hervorgehoben, dass der Affe häufiger dem Tode entgeht. Jetzt lässt sich noch eine zweite Verschiedenheit darin erkennen, dass späte Erkrankungen oder Wiedererkrankungen nach Verheilung der Wunde, die uns beim Hunde äusserst selten begegnet sind, beim Affen häufiger vorkommen, wie die Versuche *D* und *H* lehren. Wir müssen schliessen, dass der Heilungsvorgang in der Wunde beim Affen meist schwächere Reizungen der die Schilddrüse umgebenden Nerven mit sich bringt, als beim Hunde, dass aber beim Affen öfter von diesen Nerven aus später — sei es durch die Zerrungen, welchen die Nerven infolge ihrer Verlagerung ausgesetzt sind, sei es durch krankhafte Veränderungen, welche unter dem Heilungsvorgange in ihnen eingetreten sind und sich allmählich ausbreiten — Reizungen der Centralorgane oder Erhöhungen ihrer Erregbarkeit herbeigeführt werden.

In Rücksicht auf die Gefahren der Schilddrüsen-Exstirpation nimmt danach der Affe eine mittlere Stellung ein zwischen dem Hunde und der Katze einerseits, dem Kaninchen und der Ratte andererseits. Der ersteren Thiergruppe schliesst sich nach neuen Untersuchungen der HH. Sanquirico und Orecchia[1] noch der Fuchs, der letzteren das Schaf an; die Schilddrüsen-Exstirpation führte bei zwei Füchsen »unter den Erscheinungen einer tetanischen Vergiftung« rasch zum Tode, während sie bei drei Lämmern nur ein leichtes Übelbefinden in den ersten Tagen, nie eine schwere Erscheinung zur Folge hatte. Auch Hrn. Horsley[2] waren schon früher zwei Schafe durch viele Monate nach der Operation gesund geblieben; nur war für diese Fälle nicht durch die Section sichergestellt, dass die ganze Schilddrüse entfernt war. An zwei Schweinen hat Hr. Horsley[2] nach der Schilddrüsen-Exstirpation »die charakteristischen Symptome folgen sehen: Tremor, Leukocytose und Anämie mit subnormaler Temperatur«. Mir haben Versuche am Schweine, welche ich ohne Kenntniss der Horsley'schen Erfahrungen anstellte, nicht jene Ergebnisse geliefert. Veranlasst durch meine erste Mittheilung, hatte Hr. C. Müller die Freundlichkeit gehabt, mir die Untersuchung gerade des Schweines zu empfehlen, weil bei diesem Thiere die Lappen der Schilddrüse nicht zu den Seiten der Luftröhre liegen, sondern, mit breiten Flächen dicht an einander stossend, wie ein zusammenhängendes Organ an die vordere Fläche der Luftröhre über der oberen Brust-

[1] Centralbl. f. Physiologie, Literatur 1887, Nr. 22 (21. Januar 1888) S. 587. — Die Originalmittheilung im Boll. d. soc. tra i cultori d. sc. nat. in Siena, 1887, Nr. 6 war mir nicht zugänglich.

[2] The Lancet, December 18, 1886.

apertur angeheftet sind, so dass die Nerven, welche sonst die Schilddrüsenlappen umgeben, hier in einem grösseren Abstande von den Lappen sich befinden. Ich habe an zwei etwa 6 Monate alten Schweinen die Schilddrüse exstirpirt. Die Operation bot keine Schwierigkeiten, und die Wunden verheilten äusserst rasch und gut. Die Thiere zeigten keinerlei Abnormitäten und lebten durch Monate unter stetem Wachsen beim besten Befinden.

Man hat aus der Verschiedenheit der Folgen der Schilddrüsen-Exstirpation bei den verschiedenen Thierarten eine ungleiche Wichtigkeit der Schilddrüsenfunction für den normalen Stoffwechsel entnehmen wollen, eine sehr grosse beim Hunde, eine sehr kleine beim Kaninchen u. s. w. Indess kann, wie wir die Dinge übersehen, mit der unbekannten, aber jedenfalls überall unbedeutenden Function der Schilddrüse jene Verschiedenheit nichts zu schaffen haben. Man weiss längst, dass die verschiedenen Thierarten ungleich empfindlich sind, wie man es nennt, dass dem gleichen Angriff hier eine stärkere, dort eine schwächere Reaction folgt, dass das Nervensystem bei der einen Thierart mehr, bei der anderen weniger erregbar ist, u. dergl. mehr. So zeichnet sich vor allen der Hund durch seine Neigung zu Zuckungen und Krämpfen aus, die bei ihm sogar schon nach mässigen Respirations- oder Circulationsstörungen auftreten, während dieselben sonst nur seltener und infolge schwererer Störungen, ganz besonders selten bei dem Kaninchen und der Ratte zu beobachten sind. Wieder gerade beim Hunde sieht man sehr häufig entzündliche Schwellungen nach der Schilddrüsen-Exstirpation, wie sie nur selten beim Affen und wohl gar nicht beim Kaninchen und bei der Ratte vorkommen. Nichts erscheint daher natürlicher, als dass die Nerven in der Nachbarschaft der Schilddrüse beim Hunde durch die entzündliche Schwellung am stärksten gereizt werden, schwächer schon beim Affen, am schwächsten beim Kaninchen und bei der Ratte, und dass bei den letzteren Thieren die geringsten, beim Hunde die grössten abnormen Bewegungserscheinungen zur Beobachtung kommen. Nimmt man dann noch hinzu, dass der Einfluss der entzündlichen Schwellung auf die Nerven auch beim Schweine und wo sonst etwa ähnliche Verhältnisse wiederkehren, deshalb kleiner sein muss, weil die Nerven weiter entfernt von der Exstirpationsstelle gelegen sind, so hat man für die Verschiedenheit der Folgen der Schilddrüsen-Exstirpation bei den verschiedenen Thierarten eine ganz ungezwungene und wohlbegründete Erklärung. Ja, die Erklärung liegt um so näher, als die ungleichen Folgen der Schilddrüsen-Exstirpation, welche sich innerhalb derselben Thierart beim Hunde, beim Affen, beim Schweine ergeben haben, soweit sie nicht auf einer ungleichen Verletzung beim operativen

Eingriff beruhen, auch nur durch eine ungleiche individuelle Empfindlichkeit ihre Erklärung finden können.

Dem Menschen weisen die Erfolge der totalen Kropf-Exstirpation eine Stellung sehr nahe dem Affen an. Manchmal hat sich bei den Operirten weder während der Verheilung der Wunde, noch zu einer späteren Zeit irgendwelche Abnormität bemerklich gemacht. Anderemal sind in der nächsten Zeit nach der Kropf-Exstirpation solche Krankheitserscheinungen beobachtet worden, wie wir sie beim Hunde und beim Affen zu gleicher Zeit nach der Schilddrüsen-Exstirpation fanden, und die Kranken sind bei hochgradiger »Tetanie« gestorben oder wenn die »Tetanie« mässig war, rascher oder langsamer genesen. In noch anderen und nicht seltenen Fällen endlich sind die Operirten nach guter Verheilung der Wunde und nach anfänglichem Wohlbefinden erst spät, wenn bereits Wochen oder Monate seit der Kropf-Exstirpation verflossen waren, erkrankt, und entweder trat nach einiger Dauer der Krankheit Genesung ein, oder es kam in langer Zeit zur vollen Ausbildung der Kocher'schen Kachexie: dann war die Haut verdickt, die Schweisssecretion verringert, die Behaarung des Kopfes gelichtet, der Körper im Längenwachsthum zurückgeblieben, das Gedächtniss geschwächt; alle Bewegungen, das Denken, das Sprechen vollzogen sich schwerfällig; es bestand Anämie. Die Anfänge dieser Krankheit sind noch nicht genauer verfolgt, doch sind unter den frühesten Erscheinungen neben Müdigkeit, Kältegefühl und ziehenden Schmerzen in den Extremitäten bei einzelnen Fällen auch Krämpfe in den Extremitätenmuskeln, tetanische und epileptiforme Anfälle angemerkt. Mensch und Affe bieten also hinsichtlich der Folgen der Schilddrüsen-Exstirpation nur für den Fall der spät anhebenden Krankheit eine Verschiedenheit dar und wiederum bloss eine Verschiedenheit, welche durch eine ungleiche Empfindlichkeit, durch eine grössere Neigung des Affen zu Krämpfen, einfach sich erklären lässt: indem die Zerrungen der in der Umgebung der Schilddrüse gelegenen Nerven oder krankhafte Veränderungen derselben, die sich allmählich ausbreiten, die Centralorgane in Mitleidenschaft ziehen, erliegt der Affe sehr bald den stärkeren Krämpfen; dem Menschen aber sind die schwächeren Krämpfe nicht gefährlich, und es entwickeln sich bei ihm, je länger, je mehr die Folgen der Störungen, welche durch jene Veränderungen der Centralorgane im Stoffwechsel herbeigeführt sind.

Über die Bewegung eines festen Körpers in einer Flüssigkeit.

Von Hermann Minkowski
in Bonn.

(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz am 18. October [s. oben S. 1017].)

Gustav Kirchhoff[1] hat aus dem Hamilton'schen Principe Differentialgleichungen für die Bewegung eines festen Körpers in einer Flüssigkeit hergeleitet, und dieselben Gleichungen hat Sir William Thomson[2] mit Hülfe seiner allgemeinen Bestimmung der nach Impulsen eintretenden Zustände gefunden. Es liegen diesen Gleichungen die Vorstellungen zu Grunde, dass der Körper von unveränderlichem Gefüge, die Flüssigkeit homogen, incompressibel und reibungslos ist, ferner, dass die Flüssigkeit nach allen Richtungen sich in die Unendlichkeit erstreckt, dort überall ruht, und dass an jedem ihrer Punkte ein einwerthiges Geschwindigkeitspotential existirt. Diese Vorstellungen halte ich im Folgenden fest, und ich gebe für den Fall, dass keine Kräfte wirken, eine Reduction jener Gleichungen auf ein Problem, das mit dem der kürzesten Linien auf einem Ellipsoide Ähnlichkeit hat. Bisher sind, selbst für diesen elementarsten Fall, nur einzelne Integrale, particuläre Lösungen, und Folgerungen, die sich auf Körper von specieller Gestalt und Massenvertheilung beziehen, bekannt; hier werde ich keinerlei Beschränkungen hinsichtlich des Körpers eintreten lassen.

Zunächst suche ich in §. 1 diejenige Zerlegung der Bewegung eines Körpers in einer Flüssigkeit auf, welche das Analogon ist zu der Zerlegung der Bewegung eines Körpers im leeren Raume in die Bewegung des Trägheitsmittelpunktes des Körpers und die Rotation um diesen Punkt. In §. 2 ist die Bedeutung der Differentialgleichungen von Kirchhoff und Thomson auseinandergesetzt, und werden diejenigen Bewegungszustände eines Körpers in einer Flüssigkeit bestimmt, die

[1] Journal f. Math. 1870. Bd. 71, S. 237—262. — Auch in den Vorlesungen über Mechanik. XIX. Vorl.

[2] Phil. Mag. 1871. Vol. 42, p. 362—366.

sich, ohne Einfluss von Kräften, unverändert erhalten. Verschiedene von den Resultaten dieses Paragraphen finden sich bereits in den Aufsätzen der HH. H. LAMB[1] und TH. CRAIG;[2] aber die Entwickelung derselben geschieht hier einfacher und übersichtlicher. In §. 3 leite ich die Bewegung des Körpers — so wie sie vom Körper gesehen sich darstellt — für den Fall, dass keine Kräfte wirken, aus dem einen, der Bewegung eines Trägheitsmittelpunktes analogen Theile allein ab. Indem ich dann auch aus dem Ausdrucke des HAMILTON'schen Princips die Coordinaten des anderen Theiles herausschaffe, tritt eine neue und sehr anschauliche Minimaleigenschaft zu Tage. Diese ermöglicht schliesslich eine Anwendung der Sätze von C. G. J. JACOBI[3] über diejenigen Probleme der Mechanik, welche nur zwei zu bestimmende Grössen enthalten.

Eine ganz ähnliche und nicht minder bemerkenswerthe Gelegenheit, von diesen wichtigen Sätzen Nutzen zu ziehen, bietet sich, worauf ich indessen hier nicht eingehe, in dem Probleme der Rotation eines, der Schwere unterworfenen Körpers um einen festen Punkt; ob die Rotation im leeren Raume oder in einer unendlichen, schweren Flüssigkeit vor sich geht, macht für die mathematische Behandlung nur insoweit einen Unterschied aus, als im letzteren Falle von den drei, auf den festen Punkt bezüglichen Hauptträgheitsmomenten auch eines grösser als die Summe der beiden anderen sein kann, was im ersteren Falle ausgeschlossen ist.

§. 1.

In fester Verbindung mit dem betrachteten Körper sei ein rechtwinkliges Coordinatensystem angenommen; anstatt von der Bewegung des Körpers können wir von der Bewegung dieses Systems sprechen. Es seien $\mathfrak{u}, \mathfrak{v}, \mathfrak{w}$ die augenblicklichen Geschwindigkeiten des Anfangspunktes dieses Systems parallel zu den Axen desselben, p, q, r die augenblicklichen Drehungsgeschwindigkeiten des Systems um diese Axen. Über den Sinn positiver Drehungen sei die gewöhnliche Festsetzung getroffen, der zufolge die Ausdrücke für die Geschwindigkeiten eines Punktes, dessen Coordinaten x, y, z sind, lauten:

$$(1.) \qquad \mathfrak{u} + zq - yr\,, \quad \mathfrak{v} + xr - zp\,, \quad \mathfrak{w} + yp - xq.$$

[1] Proc. London Math. Soc. 1878. VIII. p. 273—286.
[2] Americ. Journ. of Math. 1879. II. p. 162—171.
[3] Vorlesungen über Dynamik. XXII. Vorl. — Ges. Werke, Supplementbd. 1884. S. 175.

Mit unseren Voraussetzungen über die Ausdehnung und die Bewegung der Flüssigkeit erreichen wir, dass durch die Werthe von $\mathfrak{u}$, $\mathfrak{v}$, $\mathfrak{w}$, p, q, r jedesmal auch der Bewegungszustand der Flüssigkeit völlig bestimmt ist, und dass wir uns den Zustand des ganzen, aus Körper und Flüssigkeit bestehenden Systems von der Ruhe aus momentan, durch einen gewissen, auf den Körper ausgeübten Impuls, entstanden denken können. In Folge dieser Umstände ist dann die gesammte lebendige Kraft des Körpers und der Flüssigkeit, die wir mit T bezeichnen, eine homogene Function zweiten Grades von $\mathfrak{u}$, $\mathfrak{v}$, $\mathfrak{w}$, p, q, r mit constanten Coefficienten, deren Werthe von der Gestalt des Körpers, der Masse dieses und ihrer Vertheilung, sowie von der Dichtigkeit der Flüssigkeit abhängig sind; und der in Frage kommende Impuls, den wir kurz den augenblicklichen *Impuls der Bewegung* nennen, und der eine, T gleiche Arbeit zu leisten haben würde, ist aequivalent einer im Anfangspunkte der Coordinaten angreifenden impulsiven Kraft, deren Componenten $\frac{\partial T}{\partial \mathfrak{u}}, \frac{\partial T}{\partial \mathfrak{v}}, \frac{\partial T}{\partial \mathfrak{w}}$ sind, verbunden mit einem impulsiven Kräftepaare von den Componenten $\frac{\partial T}{\partial p}, \frac{\partial T}{\partial q}, \frac{\partial T}{\partial r}$. Diese Differentialquotienten sind hier nur als Symbole für gewisse lineare Ausdrücke in $\mathfrak{u}$, $\mathfrak{v}$, $\mathfrak{w}$, p, q, r aufzufassen, die ich auch der Reihe nach mit u, v, w, $\mathfrak{p}$, $\mathfrak{q}$, $\mathfrak{r}$ bezeichne.

Zerlegung der lebendigen Kraft. In derselben Beziehung, wie die letzten sechs Grössen zum Anfangspunkte der Coordinaten, stehen, vermöge der Ausdrücke (1.), zu einem Punkte, dessen Coordinaten x, y, z sind, die Grössen:

$$u, v, w, \quad \mathfrak{p} + zv - yw, \quad \mathfrak{q} + xw - zu, \quad \mathfrak{r} + yu - xv.$$

Da hiernach die Bedeutung der impulsiven Einzelkräfte u, v, w — ähnlich wie die der Drehungsgeschwindigkeiten p, q, r — von der Wahl des Anfangspunktes völlig unabhängig ist und nur von den Richtungen der Axen abhängt, so führe ich diese Grössen u, v, w als neue Variable an Stelle von $\mathfrak{u}$, $\mathfrak{v}$, $\mathfrak{w}$ ein. Das kann geschehen, da die in Frage kommende Determinante niemals verschwindet, weil T eine wesentlich positive Form ist. *Die Form T mit sechs Variabeln zerfällt aber dadurch in eine Form der drei Variabeln u, v, w, und eine Form der drei Variabeln p, q, r,* die ihrerseits beide wesentlich positiv sein müssen; ich schreibe:

$$T = E(u, v, w) + G(p, q, r).$$

Die Grössen $\mathfrak{u}$, $\mathfrak{v}$, $\mathfrak{w}$ werden lineare Functionen in u, v, w, p, q, r mit constanten Coefficienten. Aus den Ausdrücken (1.), welche ge-

wisse Functionen eines beliebigen Punktes vorstellen, geht hervor, dass derjenige Punkt im Körper, dessen Coordinaten

$$\frac{1}{2}\left(\frac{\partial \mathfrak{w}}{\partial q}-\frac{\partial \mathfrak{v}}{\partial r}\right),\quad \frac{1}{2}\left(\frac{\partial \mathfrak{u}}{\partial r}-\frac{\partial \mathfrak{w}}{\partial p}\right),\quad \frac{1}{2}\left(\frac{\partial \mathfrak{v}}{\partial p}-\frac{\partial \mathfrak{u}}{\partial q}\right)$$

sind, eine von der Wahl des Coordinatensystems völlig unabhängige Bedeutung hat.

In diesen Punkt, den ich im Hinblick auf eine später auseinanderzusetzende Eigenschaft das Centrum der Hauptaxen des Körpers nenne, soll für die Folge stets der Anfangspunkt des im Körper festen Coordinatensystems gelegt sein, d. h. ich setze die vorstehenden Differenzen gleich Null voraus. Dann lassen sich die Differenzen

$$\mathfrak{u}-\frac{\partial E}{\partial u},\quad \mathfrak{v}-\frac{\partial E}{\partial v},\quad \mathfrak{w}-\frac{\partial E}{\partial w},$$

die nicht mehr von u, v, w abhängen, als partielle Differentialquotienten nach p, q, r von einer gewissen quadratischen Form in p, q, r darstellen, die ich mit $-F(p, q, r)$ bezeichne; die Differenzen

$$\mathfrak{p}-\frac{\partial G}{\partial p},\quad \mathfrak{q}-\frac{\partial G}{\partial q},\quad \mathfrak{r}-\frac{\partial G}{\partial r}$$

sind hernach gleich den partiellen Differentialquotienten nach u, v, w von $+F(u, v, w)$.

Ein identisches Verschwinden dieser Form F — wie es beispielsweise immer eintritt, wenn der Körper der Gestalt und Vertheilung der Masse nach ein Rotationskörper ist, oder wenn die Dichtigkeit der Flüssigkeit Null ist, d. h. die Bewegung im leeren Raume erfolgt — zeigt an, dass der betrachtete Körper hinsichtlich des Ausdrucks der lebendigen Kraft T den Charakter solcher Körper trägt, die der Gestalt und Massenvertheilung nach einen Mittelpunkt aufweisen.

Der Ort des Centrums der Hauptaxen und die drei Formen E, F, G mit je drei Variabeln involviren zusammen dieselbe Zahl von Constanten, nämlich 21, wie die eine Form T mit sechs Variabeln.

Ebenso wie die gesammte lebendige Kraft, erscheint die Bewegung des Körpers in zwei, von der Wahl eines Coordinatensystems völlig unabhängige Theile zerlegt, nämlich in eine Verschiebungsgeschwindigkeit ($p = 0$, $q = 0$, $r = 0$) und eine Bewegung, deren Impuls ein impulsives Kräftepaar ist ($u = 0$, $v = 0$, $w = 0$). Im leeren Raume würde der erste Theil die Bewegung des Trägheitsmittelpunktes, der zweite die Rotation um diesen Punkt vorstellen. Die Verschiebungsgeschwindigkeit hat zu Componenten: $\frac{\partial E}{\partial u}, \frac{\partial E}{\partial v}, \frac{\partial E}{\partial w}$, das impulsive Kräftepaar: $\frac{\partial G}{\partial p}, \frac{\partial G}{\partial q}, \frac{\partial G}{\partial r}$.

Um diese Zerlegung weiter zu verfolgen, denke ich mir für einen Moment die Coordinatenaxen in Hauptaxen einer Fläche zweiten Grades $F(x, y, z) = \text{const.}$ gelegt, so dass für $F(x, y, z)$ ein Ausdruck $\frac{1}{2}(ax^2 + by^2 + cz^2)$ bestehe. Dann soll eine Linie, die in einer Richtung, deren Cosinus ξ, η, ζ sind, von dem Punkte

$$(2.) \qquad x = (b-c)\,\eta\zeta,\; y = (c-a)\,\zeta\xi,\; z = (a-b)\,\xi\eta \qquad (\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = 1)$$

oder von dem, diesem Punkte in Bezug auf das Centrum der Hauptaxen gegenüberliegenden Punkte $-x, -y, -z$ ausgeht und sich in's Unendliche erstrecken mag, der zu der Richtung $\xi : \eta : \zeta$ gehörende erste, bez. zweite Radius des Körpers heissen. Als gleichwerthig mit $\xi : \eta : \zeta$ können hier offenbar nur solche Proportionen $m\xi : m\eta : m\zeta$ gelten, in welchen m ein positiver Factor ist. Zwei zu entgegengesetzten Richtungen gehörende erste, bez. zweite Radien greifen stets an demselben Punkte an; die Linie, die sie gemeinsam bestimmen, soll ein erster, bez. zweiter Durchmesser des Körpers heissen.

Man bestätigt leicht mit Hülfe der Ausdrücke (1.), dass durch das impulsive Kräftepaar $\frac{\partial G}{\partial p}, \frac{\partial G}{\partial q}, \frac{\partial G}{\partial r}$ eine Schraubenbewegung um den zu der Richtung $p : q : r$ gehörenden ersten Radius entsteht, wobei die Geschwindigkeit der Drehung die Grösse $+\sqrt{p^2 + q^2 + r^2}$ und die der Steigung die Grösse $\frac{-2F(p, q, r)}{p^2 + q^2 + r^2}$ erlangt. Ganz analog reducirt sich der Impuls der Verschiebungsgeschwindigkeit $\frac{\partial E}{\partial u}, \frac{\partial E}{\partial v}, \frac{\partial E}{\partial w}$ auf eine impulsive Kraft $+\sqrt{u^2 + v^2 + w^2}$ längs dem zu der Richtung $u : v : w$ gehörenden zweiten Radius, und ein impulsives Kräftepaar $\frac{2F(u, v, w)}{u^2 + v^2 + w^2}\sqrt{u^2 + v^2 + w^2}$ um diesen Radius.

Die zu den sämmtlichen Richtungen gehörenden ersten (oder zweiten) Durchmesser bestimmen im Körper ein, noch von der Dichtigkeit der Flüssigkeit abhängendes, Strahlensystem zweiter Classe mit ausgezeichneten metrischen Eigenschaften: Die Mittelpunkte der Strahlen, identisch mit den Punkten (2.), sind zugleich die Fusspunkte ihrer kürzesten Entfernungen vom Centrum der Hauptaxen; sie bilden in ihrer Gesammtheit eine geschlossene STEINER'sche Fläche, welche sich auf die Fläche eines Kreises oder gar auf das Centrum der Hauptaxen zusammenzieht, wenn $F = \text{const.}$ eine Rotationsfläche oder eine Kugel wird. Sieht man ferner irgend drei zu einander senkrechte erste (oder zweite) Durchmesser als nichtzusammenhängende Kanten

eines Parallelepipedums an, so fällt der Mittelpunkt dieses in das Centrum der Hauptaxen.

§. 2.

Man kann zunächst aus dem Hamilton'schen Principe sehr einfach die am Anfange von §. 1 auseinandergesetzte Bedeutung der Differentialquotienten der lebendigen Kraft T nach den Geschwindigkeiten erschliessen; dann sind die Differentialgleichungen von Kirchhoff und Thomson nur ein Ausdruck für die fast selbstverständliche Thatsache, dass der augenblickliche Impuls der Bewegung in jedem Zeitelement dt genau um den, von den gerade vorhandenen Kräften während dt ausgeübten Impuls zunimmt, vorausgesetzt, dass ein jeder Impuls nicht allein der Grösse nach, sondern auch nach Richtung und Lage im Raume geschätzt wird.

Wirken keine Kräfte, und auch nur in solchem Falle wird daher der Impuls der Bewegung einen unveränderlichen Ausdruck im Raume haben. Diese Bedingung bestimmt den ganzen Bewegungsvorgang; denn man erkennt aus ihr, welche Änderungen der Geschwindigkeiten mit jeder Ortsänderung des Körpers einhergehen müssen.

Der augenblickliche Impuls der Bewegung besitzt, wie jeder Impuls, eine einzige, völlig sichere Darstellung, sei es als nicht verschwindende impulsive Kraft mit einem, zu der Kraft senkrechten impulsiven Kräftepaare, sei es bloss als impulsives Kräftepaar. Unter der Axe des Impulses versteht man in dem einen Falle die der Richtung und Lage nach völlig bestimmte Linie, in welcher die impulsive Einzelkraft wirkt, in dem anderen Falle die nur der Richtung nach bestimmte Axe des alsdann allein vorhandenen impulsiven Kräftepaars. Die Grösse des Impulses sei definirt durch den Inbegriff zweier Grössen J und J_1, von denen die erste, J, die absolute Grösse der impulsiven Einzelkraft, und die andere, J_1, die im Sinne der Axenrichtung des Impulses gemessene Grösse des Moments des impulsiven Kräftepaars bezeichnen soll.

Wenn keine Kräfte wirken, so muss also die Grösse des Impulses constant und seine Axe im Raume unveränderlich sein. Dass alsdann auch die gesammte lebendige Kraft T constant sein wird, leuchtet aus dem Satze von der Erhaltung der lebendigen Kraft ein.

Den analytischen Ausdruck dieser Bedingungen findet man in folgender Weise, wobei man den Fall $J = 0$ als Grenzfall eines un-

endlich kleinen J auffassen kann. Zunächst ist für die Grösse des Impulses:

$$(3.)\qquad u^2+v^2+w^2=J^2,\qquad\qquad J\geqq 0$$
$$(4.)\qquad u\mathfrak{p}+v\mathfrak{q}+w\mathfrak{r}=JJ_1,$$

(wenn $J=0$, d. h. $u=0$, $v=0$, $w=0$ ist, so hat man: $\mathfrak{p}^2+\mathfrak{q}^2+\mathfrak{r}^2=J_1^2$, $J_1\geqq 0$). Die Axe des Impulses besitzt in Bezug auf das im Körper angenommene Coordinatensystem die Gleichungen:

$$(5.)\qquad \mathfrak{p}+zv-yw:\mathfrak{q}+xw-zu:\mathfrak{r}+yu-xv:J_1=u:v:w:J$$

(oder ist im Falle $J=0$ durch $\mathfrak{p}:\mathfrak{q}:\mathfrak{r}$ der Richtung nach bestimmt); nach Verlauf eines Zeitelements dt haben sich hierin $u, v, w, \mathfrak{p}, \mathfrak{q}, \mathfrak{r}$ um ihre Differentiale während dt geändert; da aber die Axe des Impulses dieselbe geblieben sein soll, und nur der Ort des Coordinatensystems sich geändert hat, so müssen die Gleichungen dieser Linie nach Verlauf von dt auch zum Vorschein kommen (bis auf unendlich kleine Grössen zweiter Ordnung), wenn man in (5.) nur zu x, y, z die in dt multiplicirten Geschwindigkeiten (1.) hinzufügt. Hält man die Bedingung, dass die auf diese zweierlei Arten aus (5.) entstehenden Gleichungen dieselben Punkte x, y, z definiren sollen, mit der anderen zusammen, dass J und J_1 Constanten, d. h. die Differentialquotienten der linken Seiten von (3.) und (4.) nach t Null sein sollen, so hat man Beziehungen genug, um den Differentialquotienten jeder der Grössen $u, v, w, \mathfrak{p}, \mathfrak{q}, \mathfrak{r}$ nach t als Function eben dieser Grössen darzustellen, worauf die Differentialgleichungen von KIRCHHOFF und THOMSON hinauslaufen.

Stationäre Bewegungen. Wie der Körper auch beschaffen sein mag, so giebt es stets für ihn stationäre Bewegungszustände, d. h. es giebt Werthsysteme der Geschwindigkeiten $\mathfrak{u}, \mathfrak{v}, \mathfrak{w}, p, q, r$, die, einmal erzeugt, unverändert bestehen, so lange als keine Kräfte wirken. Eine Bewegung, die mit Geschwindigkeiten solcher Art beginnt, setzt sich als gleichförmige Schraubenbewegung fort.

Die charakteristische Bedingung für stationäre Bewegungszustände ist die, dass die Axe der Bewegung (nämlich der durch die Geschwindigkeiten bestimmten Schraubenbewegung) und die Axe des Impulses der Bewegung der Lage nach zusammenfallen müssen.

Denn soll irgend ein Bewegungszustand eine Weile andauern, der Körper also eine gleichförmige Schraubenbewegung ausführen, so muss der Impuls der Bewegung diese Schraubenbewegung sozusagen mitmachen; dabei bleibt natürlich seine Grösse ungeändert,

seine Axe aber ist nur dann fest, wenn sie in die Axe der Bewegung fällt.

Die genannte Bedingung ist, falls eine der Axen nur der Richtung nach definirt, also keine Drehungsgeschwindigkeit oder keine impulsive Einzelkraft vorhanden ist, dahin aufzufassen, dass den Axen gleiche oder entgegengesetzte Richtungen zukommen müssen.

Für die Axe des Impulses ist bereits ein analytischer Ausdruck angegeben; die Axe der Bewegung hat, wenn die Drehungsgeschwindigkeit nicht Null ist, die Gleichungen:

$$\mathfrak{u} + zq - yr : \mathfrak{v} + xr - zp : \mathfrak{w} + yp - xq = p : q : r,$$

andernfalls ist sie durch $\mathfrak{u} : \mathfrak{v} : \mathfrak{w}$ der Richtung nach definirt. Damit diesen zweierlei Bestimmungen eine Linie genügen könne, ist nothwendig und hinreichend, dass mit irgend welchen Werthen von λ und μ die Beziehungen bestehen:

$$u : v : w : 1 = p : q : r : \lambda = \mathfrak{u} - \lambda\mathfrak{p} : \mathfrak{v} - \lambda\mathfrak{q} : \mathfrak{w} - \lambda\mathfrak{r} : \mu,$$

d. i.

$$0 = \delta\left(T - \lambda J J_1 - \frac{\mu}{2} J^2\right) \left[= \delta\left(T + \frac{\lambda^2}{2\mu} J_1^2\right), \text{ wenn } J = 0 \text{ ist}\right].$$

Danach haben in stationären Bewegungen die Geschwindigkeiten solche Werthe, dass die, bei festgehaltener Grösse des Impulses genommene erste Variation der lebendigen Kraft identisch verschwindet (dasselbe ist von der ersten Variation bei festgehaltener Grösse der Schraubenbewegung auszusagen).

Um einen Überblick über sämmtliche überhaupt existirenden stationären Bewegungen eines Körpers zu erhalten, kann man sie nach den Werthen ihres λ anordnen; λ bedeutet für sie das Verhältniss ihrer Drehungsgeschwindigkeit zu ihrer impulsiven Einzelkraft, und zwar, wenn dasselbe nicht Null oder unendlich ist, mit positivem oder negativem Vorzeichen, je nachdem ihre zwei Axen der Bewegung und des Impulses gleiche oder entgegengesetzte Richtung haben:

Die Verhältnisse der Geschwindigkeiten in den stationären Bewegungen, welche zu einem festen Werthe von λ gehören, erfüllen die Proportion $u : v : w : 1 = p : q : r : \lambda$ und die Bedingung, dass die durch $u : v : w$ (oder $p : q : r$) bestimmte Richtung die einer Hauptaxe der Fläche zweiten Grades

$$(6.)\quad T - \lambda J J_1 = E(u, v, w) - 2\lambda F(u, v, w) - \lambda^2 G(u, v, w) = \text{const.}$$

sein muss, wenn man u, v, w als rechtwinklige Coordinaten eines Punktes (an Stelle von x, y, z) ansieht. Der Parameter λ kann hier jeden reellen Werth haben, und für jeden Werth von λ gehören so zu jeder Haupt-

axe der Fläche (6.) je zwei, einander entgegengesetzte stationäre Bewegungen mit beliebigem Werthe der lebendigen Kraft T.

Die Gesammtheit der Hauptaxen aller Flächen (6.) bestimmt im Körper für gewöhnlich einen Kegel sechster Ordnung. Auf der, diesem Kegel parallelen, von den Doppelaxen sämmtlicher stationären Bewegungen gebildeten geradlinigen Fläche haben irgend drei, zu demselben λ gehörende und zu einander senkrechte Doppelaxen stets eine solche Lage, dass der Mittelpunkt des Parallelepipedums, für welches sie nichtzusammenhängende Kanten sind, in unseren Coordinatenanfangspunkt fällt.

$\lambda = \infty$. Der letzten Eigenschaft ist nun auch die für diesen Anfangspunkt gewählte Bezeichnung als »Centrum der Hauptaxen« entnommen. Unter Hauptaxen sollen nämlich hier, ähnlich wie bei einem Körper im leeren Raume, die Doppelaxen derjenigen stationären Bewegungen des Körpers verstanden werden, welche durch ein blosses impulsives Kräftepaar zu erzeugen sind, d. h. der Annahme $J = 0$ ($\lambda = \infty$) entsprechen. Die Hauptaxen sind hiernach erste Durchmesser des Körpers, und zwar diejenigen, welche zu den Richtungen der Hauptaxen eines Ellipsoids $G = \text{const.}$ gehören.

Für die Folge sollen stets die im Körper festen Coordinatenaxen in die Richtungen dreier zu einander senkrechter Hauptaxen gelegt sein, und setze ich demgemäss für $G(p, q, r)$ einen Ausdruck $\frac{1}{2}(Ap^2 + Bq^2 + Cr^2)$ voraus; die Gleichung (4.) für J_1 lässt sich dann in der Form schreiben:

$$(4^a.) \qquad Aup + Bvq + Cwr = JJ_1 - 2F(u, v, w),$$

deren Vorzüge später hervortreten werden.

$\lambda = 0$. Die Annahme $\lambda = 0$ liefert stationäre Bewegungen ohne Drehung, also blosse Verschiebungen. Die Richtungen solcher stationären Verschiebungsgeschwindigkeiten sind, wie bereits Kirchhoff angegeben hat, durch die Hauptaxen eines Ellipsoids $E = \text{const.}$ bezeichnet; die Axen ihrer Schraubenimpulse sind die zu ihren Richtungen gehörenden zweiten Durchmesser des Körpers. —

Wird ein stationärer Bewegungszustand, wie wir ihn hier betrachten, stabil genannt, wenn aus keiner unendlich kleinen Störung des Zustandes im Laufe der Zeit endliche Änderungen seiner Geschwindigkeiten hervorgehen können, so ist eine, durch ein blosses impulsives Kräftepaar entstandene stationäre Bewegung, etwa eine solche, um die der z-Axe parallele Hauptaxe — bei der zuletzt getroffenen Wahl des Coordinatensystems — in folgenden Fällen stabil: Wenn das Moment $C < A$ und $< B$, oder $C > A$ und $> B$ ist, mit Ausnahme des Falles, wo $C = A + B$ und nicht zugleich der Schnitt der xy-Ebene mit einer Fläche

$$F(x, y, z) - \frac{1}{4}\left(\frac{\partial^2 F}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial z^2}\right)(x^2 + y^2 + z^2) = \text{const.}$$

eine Ellipse $\frac{x^2}{A} + \frac{y^2}{B} = \text{const.}$ ist; endlich wenn $A = B = C$ und die z-Axe zugleich eine Hauptaxe einer Fläche $F = \text{const.}$ ist.

Für die übrigen stationären Bewegungen, bei welchen eine impulsive Einzelkraft mitwirkt, kann die Entscheidung über die Stabilität in einfacher Weise von einer gewissen quadratischen Gleichung abhängig gemacht werden. Es erweist sich hier als eine hinreichende Bedingung für Stabilität in dem angegebenen Sinne, wenn bei festgehaltener Grösse des Impulses die zweite Variation der gesammten lebendigen Kraft wesentlich positiv ist. Letzteres wieder, und um so mehr Stabilität tritt sicher dann ein, wenn in der Fläche (6.), die zu der betrachteten Bewegung gehört, und wo nun die Constante der rechten Seite positiv angenommen sein soll, das reciproke Quadrat desjenigen Durchmessers, mit welchem die Axe der Bewegung parallel ist, numerisch kleiner ist als das reciproke Quadrat irgend eines anderen Durchmessers.

§. 3.

Nunmehr untersuchen wir, welchen Verlauf eine beliebige Bewegung des Körpers mit constantem Impulse darbietet.

$J = 0$. Ist der Impuls ein blosses impulsives Kräftepaar, so existirt nur der Theil der Bewegung, welcher von den Drehungsgeschwindigkeiten p, q, r abhängt; und letztere haben in jedem Augenblicke dieselben Werthe, und ist dadurch auch die Winkelstellung des Körpers im Raume jederzeit dieselbe, als ob der Körper mit gleichem Impulse sich im leeren Raume bewegte, und dabei seine lebendige Kraft um den Trägheitsmittelpunkt den Ausdruck $G(p, q, r)$ hätte. Letztere Bewegung würde nach bekannten Formeln zu berechnen sein, befolgt übrigens auch die weiter unten für den Fall $J > 0$ aufgestellten Sätze, indem aus jenen Sätzen, wenn die Bewegung im leeren Raume vor sich geht, (wenn $E(u, v, w)$ ein Vielfaches von $u^2 + v^2 + w^2$ und F identisch Null ist), die Grösse der impulsiven Einzelkraft ohne Weiteres herausfällt. Sind die Drehungen des Körpers bereits ermittelt, so findet man die vom Centrum der Hauptaxen parallel zu irgend einer im Raume festen Richtung n zurückgelegte Strecke durch das Zeitintegral:

$$-\int\left(\frac{\partial F}{\partial p}\cos(nx) + \frac{\partial F}{\partial q}\cos(ny) + \frac{\partial F}{\partial r}\cos(nz)\right) dt\,.$$

Dieses Integral bleibt für Richtungen parallel zur Ebene des impulsiven Kräftepaars in der Regel immer endlich. Verschwindet die Form F identisch, so übernimmt das Centrum der Hauptaxen offenbar die Rolle eines festen Punktes.

$J > 0$. Hat der Impuls der Bewegung eine nicht verschwindende impulsive Einzelkraft, so wird durch folgende Gleichungen zunächst ausgedrückt, dass für diese Kraft Grösse und Richtung im Raume unveränderlich sind:

$$(7.) \qquad \frac{du}{dt} = rv - qw\,, \quad \frac{dv}{dt} = pw - ru\,, \quad \frac{dw}{dt} = qu - pv\,.$$

Diese Gleichungen sind hinsichtlich p, q, r nicht von einander unabhängig, sondern liefern die von p, q, r freie Relation $udu + vdv + wdw = 0$, welche zu der Gleichung (3.) führt; bringt man sie aber in Verbindung mit der Gleichung (4^a.) für J_1, die ebenfalls linear in p, q, r ist, so gelangt man zu Beziehungen:

$$(Au^2 + Bv^2 + Cw^2)\,p = \big(JJ_1 - 2F(u, v, w)\big)\,u + Cw\frac{dv}{dt} - Bv\frac{dw}{dt}, \text{ u. s. w.},$$

mit deren Hülfe man, da $Au^2 + Bv^2 + Cw^2$ hier gewiss von Null verschieden ist, die Drehungsgeschwindigkeiten p, q, r durch die impulsiven Einzelkräfte u, v, w und deren Differentialquotienten nach t darstellen kann. Führt man alsdann für u, v, w solche Functionen zweier Argumente, e_1 und e_2, ein, dass die Gleichung $u^2 + v^2 + w^2 = J^2$ identisch erfüllt wird, so spricht sich der Inhalt der nach §. 2 für u, v, w, p, q, r bestehenden Differentialgleichungen erster Ordnung, soweit er nicht bereits durch (3.), (4^a.) und (7.) erschöpft ist, in zwei Differentialgleichungen zweiter Ordnung für e_1 und e_2 aus, Gleichungen, die, wie ich nach umständlichen Rechnungen gefunden habe, folgende Auslegung gestatten:

Man fixire einen beliebigen Punkt und eine beliebige Richtung im Körper; in einem Zeitelement dt sei $d\sigma$ der Weg des Punktes längs der unveränderlichen Axe des Impulses, $d\sigma_1$ der Weg der Richtung um diese Axe; die Projectionen des Punktes auf die in Rede stehende Axe machen die Strecke $d\sigma$ anschaulich, den Winkel $d\sigma_1$ beschreiben die Projectionen der Richtung auf eine zu dieser Axe senkrechte Ebene. Die Grössen e_1 und e_2 sind innerhalb einer beliebigen Zeitperiode solche Functionen ihrer ersten und ihrer letzten Werthe und der Zeit, dass die erste Variation des über die Periode ausgedehnten Integrals

$$\Phi = \int (Tdt - Jd\sigma - J_1\,d\sigma_1)$$

verschwindet.

Die Integrale $\int dt, \int d\sigma, \int d\sigma_1$ über die betreffende Periode wollen wir t, σ, σ_1 nennen.

Sind, in Bezug auf das im Körper feste Coordinatensystem, a, b, c die Coordinaten des Punktes, α, β, γ die Cosinus der Richtung, so hat man:[1]

$$d\sigma = \frac{1}{J}\left[u(\mathfrak{u} + cq - br) + v(\mathfrak{v} + ar - cp) + w(\mathfrak{w} + bp - aq)\right] dt,$$

$$d\sigma_1 = J\,\frac{up + vq + wr - (\alpha u + \beta v + \gamma w)(\alpha p + \beta q + \gamma r)}{u^2 + v^2 + w^2 - (\alpha u + \beta v + \gamma w)^2}\,dt.$$

Dass es auf die besondere Wahl des Punktes und der Richtung nicht ankommen kann, schliesst man aus dem Umstande, dass die Differenz der Gesammtgrössen σ oder σ_1 für zwei Punkte bez. zwei Richtungen sich ohne Integralzeichen, allein durch die Anfangs- und Endwerthe von e_1 und e_2 darstellen lässt.

Nach der Definition von $d\sigma_1$ muss der Winkel σ_1 eine sprungweise Änderung um $\pm\pi$ erleiden, so oft die Richtung, auf welche sich σ_1 bezieht, eine Lage passirt, in welcher sie der Axe des Impulses parallel wird, was offenbar nur in nicht stationären Bewegungen und hier jedesmal nur für einfach unendlich viele Richtungen im Körper eintreten kann. Doch bleibt σ_1 in dem Falle stetig, wenn zu gleicher Zeit die augenblickliche Drehungsaxe der Axe des Impulses parallel wird, d. h. $du = 0, dv = 0, dw = 0$ ist, in welchem Falle nicht auch $d^2u = 0$, $d^2v = 0$, $d^2w = 0$ sein kann, weil sonst die Bewegung stationär weitergehen müsste.

Dass die gesammte lebendige Kraft T constant ist — wir wollen ihren constanten Werth L nennen — drückt sich nach Elimination von p, q, r in der Gleichung aus:

$$) \quad E(u, v, w) + \frac{1}{2}\,\frac{[JJ_1 - 2F(u, v, w)]^2}{Au^2 + Bv^2 + Cw^2} + \frac{1}{2}\,\frac{BC\left(\frac{du}{dt}\right)^2 + CA\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 + AB\left(\frac{dw}{dt}\right)^2}{Au^2 + Bv^2 + Cw^2} = L,$$

die offenbar dazu verwandt werden kann, das Element dt aus den Differentialgleichungen für e_1 und e_2 herauszuschaffen. Man kommt dadurch zu folgendem rein geometrischen Resultate:

Ist die Arbeit des Impulses der Bewegung (L) und seine Grösse (J, J_1) bekannt, und sind von den Stellungen, welche die Richtung der im Raume unveränderlichen Axe des Impulses zu den verschiedenen Zeiten in Bezug auf den Körper einnimmt, irgend zwei (e_1^0, e_2^0; e_1, e_2) gegeben, so ist

[1] s. Kirchhoff, Journ. f. Math. Bd. 71, S. 255.

$$\Psi = \int_{(e_1^0, e_2^0)}^{(e_1, e_2)} (2Ldt - Jd\sigma - J_1 d\sigma_1)$$

oder

$$2Lt - J\sigma - J_1\sigma_1$$

auf dem wirklichen Wege dieser Richtung im Körper ein Minimum (beziehlich, wenn die zwei Stellungen weiter auseinander liegen, ein Grenzwerth).

Es empfiehlt sich, für die Bestimmungsstücke e_1 und e_2 dieser Stellungen die zwei elliptischen Coordinaten zu nehmen, die einem Punkte, dessen rechtwinklige Coordinaten (abgesehen von der Dimension)

$$x = \frac{1}{\sqrt{A}}\frac{u}{J}, \; y = \frac{1}{\sqrt{B}}\frac{v}{J}, \; z = \frac{1}{\sqrt{C}}\frac{w}{J}$$

sind, auf dem, mit dem Körper fest verbundenen Ellipsoide

$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 = 1$$

zukommen. Die Gleichung (8.) zeigt nämlich, dass die Geschwindigkeit, die ein so gewählter Punkt in seiner Bahn auf diesem Ellipsoide hat, allein eine Function seines Ortes auf letzterem ist; und heisst diese Geschwindigkeit $\frac{ds}{dt}$ oder s', so nimmt dazu das Element des Integrals Ψ einen Ausdruck an:

$$\frac{ABC}{A^2x^2 + B^2y^2 + C^2z^2} s'ds + F_1 de_1 + F_2 de_2.$$

Hierin sind die Functionen F_1 und F_2 Null (für $a, b, c = 0, 0, 0$), wenn die Form F identisch verschwindet und zugleich die Constante J_1 Null ist. —

Auf die im Vorstehenden entwickelten Minimalsätze sind nun die Methoden von HAMILTON und JACOBI sehr einfach anzuwenden.[1] Drückt man in $T - J\frac{d\sigma}{dt} - J_1\frac{d\sigma_1}{dt}$ die Grössen u, v, w, p, q, r durch

$$e_1, e_2, \frac{de_1}{dt} = e_1', \frac{de_2}{dt} = e_2', J, J_1$$

aus, bezeichnet die entstehende Function mit ϕ, führt $\frac{\partial\phi}{\partial e_1'} = f_1, \frac{\partial\phi}{\partial e_2'} = f_2$ ein, und stellt $f_1 e_1' + f_2 e_2' - \phi$ als Function $\psi(e_1, e_2, f_1, f_2, J, J_1)$ dar, so lauten die Differentialgleichungen für e_1, e_2, f_1, f_2:

$$dt : de_1 : de_2 : df_1 : df_2 = 1 : \frac{\partial\psi}{\partial f_1} : \frac{\partial\psi}{\partial f_2} : -\frac{\partial\psi}{\partial e_1} : -\frac{\partial\psi}{\partial e_2}.$$

[1] s. C. G. J. JACOBI, Vorlesungen über Dynamik, Vorl. XIX und XXII.

Die Gleichung $T = L$ geht in $\psi = L$ über und wird durch Einsetzung von $\frac{\partial \Psi}{\partial e_1}, \frac{\partial \Psi}{\partial e_2}$ für f_1, f_2 zu einer partiellen Differentialgleichung, welcher das Integral Ψ genügt, wenn man dasselbe als Function der Werthe von e_1, e_2 an seiner oberen Grenze ansieht, die Werthe dieser Grössen für die untere Grenze, e_1^0, e_2^0, dagegen als constant betrachtet.

Sobald von dieser partiellen Differentialgleichung eine Lösung gefunden ist, welche eine willkürliche Constante, ausser der bloss additiv hinzutretenden, enthält, können unmittelbar sämmtliche Integralgleichungen der Bewegung des Körpers hingeschrieben werden. Bezeichnet man mit Ψ die Differenz aus einer solchen Lösung und dem Werthe, den die Lösung für das System $e_1 = e_1^0$, $e_2 = e_2^0$ annimmt, und mit M jene, noch in dieser Differenz vorkommende Constante, so sind

$$(9.)\qquad \frac{\partial \Psi}{\partial L} = t, \quad \frac{\partial \Psi}{\partial M} = 0,$$

die Gleichungen, welche e_1 und e_2 als Functionen von t definiren; eine eingehendere Betrachtung des Ausdrucks von Ψ als Integral führt zu:

$$\sigma_1 = -\frac{\partial \Psi}{\partial J_1},$$

und endlich ist:

$$\sigma = \frac{1}{J}(-\Psi + 2Lt - J_1\sigma_1).$$

Diese Gleichungen bestimmen nun zu jeder Zeit den Ort des Körpers vollständig. Denn man erhält ein im Raume festes rechtwinkliges Coordinatensystem $\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}$, indem man folgende Annahmen macht: die $\mathfrak{z}$-Axe soll mit der Axe des Impulses identisch sein, der Anfangspunkt mit dem Ausgangspunkte der Strecke σ, die Richtung der $\mathfrak{x}$-Axe mit der Ausgangsrichtung des Winkels σ_1, und endlich soll vermöge der $\mathfrak{y}$-Axe das Coordinatensystem der $\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}$ dem im Körper festen Systeme der x, y, z congruent sein. Die so definirten Axen $\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}$ kann man aber in jedem Augenblicke vom Körper aus mit Hülfe der letzten Gleichungen, nämlich durch die Werthe von e_1, e_2, e_1', e_2'; σ, σ_1 wiederfinden. Durch die vier ersten Grössen oder vielmehr durch $u, v, w, \mathfrak{p}, \mathfrak{q}, \mathfrak{r}$ findet man nach (5.) die $\mathfrak{z}$-Axe, dann durch σ den Anfangspunkt, durch σ_1 die Richtung der $\mathfrak{x}$-Axe.

Für die Entfernung, die irgend ein Punkt des Körpers von der Axe des Impulses hat, gewinnt man leicht, durch Berücksichtigung des Umstandes, dass die lebendige Kraft T eine wesentlich positive Form ist, eine obere Grenze von der Art: $\frac{\sqrt{L}}{J}$, multiplicirt in eine

von den Coefficienten der Form T abhängige Constante, so dass diese Entfernung immer endlich bleibt. —

A. Clebsch[1] hat bemerkt, dass für die von Kirchhoff aufgestellten Differentialgleichungen der Multiplicator eine Constante wird, und er hat daraus den Schluss gezogen, dass eine vollständige Integration dieser Gleichungen durch Quadraturen gelingt, sowie den drei Integralen mit den Constanten J, J_1, L irgend ein, gleichfalls von t freies, viertes Integral hinzugefügt werden kann. Weit mehr, als die blosse Anwendung des Princips des letzten Multiplicators ergiebt, leisten nach der hier vorgenommenen Transformation jener Gleichungen die Sätze von Jacobi über diejenigen Probleme der Mechanik, welche nur zwei zu bestimmende Grössen enthalten. Bringt man das vierte Integral auf eine der Gleichung $\psi = L$ analoge Form:

$$\chi(e_1, e_2, f_1, f_2, J, J_1) = \text{const.} = M,$$

und ermittelt aus diesen zwei Gleichungen f_1 und f_2 als Functionen von e_1 und e_2, so ist nach jenen Sätzen $f_1 de_1 + f_2 de_2$ ein vollständiges Differential und

$$\Psi = \int_{(e_1^0,\, e_2^0)}^{(e_1,\, e_2)} (f_1 de_1 + f_2 de_2), \qquad (10.)$$

woraus die Quadraturen für alle Integralgleichungen zu ersehen sind.

Indem Clebsch den Ansatz machte, dass das vierte Integral eine ganze homogene Function ersten oder zweiten Grades der Geschwindigkeiten des Körpers sein sollte, ergaben sich ihm im Ganzen zwei Fälle, in welchen ein derartiges viertes Integral existirt; in unserer Bezeichnung sind dieselben sehr einfach zu charakterisiren:

Wenn die drei Flächen E = const., F = const., G = const. Rotationsflächen um eine gemeinsame Axe sind, so ist die Drehungsgeschwindigkeit um diese Axe constant. Von der Art, wie die Bewegung alsdann von Statten geht, hat neuerdings Hr. G.-H. Halphen[2] ein sehr anschauliches Bild auf Grund von Eigenschaften elliptischer Functionen entworfen. Kommt der Umstand hinzu, dass die Form F identisch verschwindet, so sind Rotationskörper — nach Gestalt und Massenvertheilung — denkbar, die in ihren Bewegungen ohne Einfluss von Kräften vollständig mit dem gegebenen Körper übereinstimmen, ein Fall, für welchen bereits Kirchhoff die Möglichkeit einer Integration durch Quadraturen gezeigt hatte.

[1] Mathematische Annalen. 1871. III. S. 238—262.

[2] Journal de Liouville. 1888. Quatr. série, t. IV, p. 1—81. — Auch in dem Traité des fonctions elliptiques et de leurs applications, t. II.

Wenn ferner F identisch Null ist, und die durch zwei Flächen $E = \text{const.}$ und $G = \text{const.}$ bestimmte Flächenschaar eine Kugel aufweist, d. h. eine lineare Relation

$$(11.)\qquad 2E(x, y, z) + l(Ax^2 + By^2 + Cz^2) = m(x^2 + y^2 + z^2)$$

besteht, so ergiebt sich als ein viertes Integral:

$$l(BCu^2 + CAv^2 + ABw^2) + A^2p^2 + B^2q^2 + C^2r^2 = \text{const.} = 2M.$$

Ist $G = \text{const.}$ die betreffende Kugel, also $l = \infty$, $A = B = C = \frac{m}{l}$, so scheint dieses Integral nur in die Gleichung (3.) überzugehen, weshalb auch Clebsch diesen Fall besonders untersucht hat; indessen erweist sich die lineare Verbindung $lM - mL - \left(\frac{1}{2}(A + B + C)\,lm - m^2\right)J^2$ aus den drei Gleichungen für M, L und J^2 auch hier als ein neues Integral, nachdem man aus derselben zuerst mit Hülfe von (11.) A, B, C eliminirt und dann für $\frac{m}{l}$ den gemeinsamen Werth dieser Grössen und $l = \infty$ gesetzt hat; von der Möglichkeit, dass sowohl $G = \text{const.}$ wie $E = \text{const.}$ Kugeln sind, sehen wir dabei ab, dann würde übrigens jede Bewegung eine stationäre sein. In diesem zweiten Falle, der durch Quadraturen zu erledigen wäre, stiess Clebsch auf Schwierigkeiten bei dem Versuche, die Bewegung als explicite Function der Zeit darzustellen. Dieses Ziel hat dann Hr. H. Weber[1] durch Benutzung von Thetareihen mit zwei Argumenten für den Fall vollständig erreicht, wo die Constante J_1 Null, der Impuls der Bewegung also eine einzelne impulsive Kraft ist. Hier wird durch die Gleichungen (9.) und (10.) für jeden Fall dasjenige Umkehrproblem in einfachster Weise bezeichnet, dessen Lösung den Kernpunkt bei der eigentlichen Berechnung der Bewegung bildet.

[1] Mathematische Annalen, 1879. XIV. S. 173—206.

Ausgegeben am 1. November.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.

XLI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

1. November. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

1. Hr. Weber las über den zweiten, grammatischen, Pârasiprakâça des Krishnadâsa.

Die Mittheilung erscheint in den Abhandlungen.

2. Hr. Schrader legte den Bericht des Hrn. Dr. Hugo Winckler über die Thontafeln von Tell-el-Amarna im Königlichen Museum zu Berlin und im Museum von Bulaq vor.

Die Mittheilung erscheint in den Sitzungsberichten.

3. Der Vorsitzende legte den Abklatsch einer vor Kurzem nördlich von Leeuwarden gefundenen römischen Inschrift des ersten Jahrhunderts vor, welche einer batavischen Gottheit von der römischen Nordsee-Fischerei-Gesellschaft gesetzt ist.

Ausgegeben am 8. November.



1888.
XLII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

1. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Fuchs machte eine Mittheilung zur Theorie der linearen Differentialgleichungen.

2. Hr. Schulze legte den Bericht des Hrn. Prof. Carl Chun zu Königsberg in Pr. über eine von demselben mit Unterstützung der Akademie im Winter 1887—88 ausgeführte Reise nach den Canarischen Inseln vor.

Die Mittheilung 1. folgt umstehend, die 2. wird in einem der nächsten Berichte erscheinen.

Zur Theorie der linearen Differentialgleichungen.

Von L. Fuchs.

Die folgenden Entwickelungen bilden einen Theil von Untersuchungen, welche ich über lineare Differentialgleichungen angestellt habe, und welche ihren Ausgangspunkt von den folgenden Erwägungen genommen haben. Es sei $y_1, y_2, \ldots y_p$ ein Fundamentalsystem von Integralen einer linearen homogenen Differentialgleichung $p$ter Ordnung, deren Coefficienten rationale Functionen der unabhängigen Variablen x sind. Es seien $y_1, y_2, \ldots y_\lambda$ λ willkürliche Elemente aus der Reihe $y_1, y_2, \ldots y_p$, und es werde eine Determinante von λ^2 Elementen gebildet, deren Horizontalreihen aus den Ableitungen gleicher Ordnung von $y_1, y_2, \ldots y_p$ bestehen. Die Ordnung dieser Ableitungen sei durch eine der Zahlen $0, 1, 2, \ldots p-1$ bestimmt und sei für die verschiedenen Horizontalreihen verschieden. Solcher Determinanten können wir

$$q = \frac{p(p-1)\ldots(p-\lambda+1)}{1\cdot 2\ldots\quad\lambda}$$

bilden. Bezeichnen wir dieselben in irgend einer Reihenfolge mit $u_0, u_1, u_2, \ldots u_{q-1}$, so ergiebt sich für diese Functionen das System von Differentialgleichungen

$$\frac{du_k}{dx} = A_{k0}u_0 + A_{k1}u_1 + \ldots + A_{kq-1}u_{q-1}$$

wo $A_{k0}, A_{k1}, \ldots A_{kq-1}$ rationale Functionen von x bedeuten. Aus diesem Systeme können wir demnach für jede der Functionen u_k eine lineare homogene Differentialgleichung $q$ter Ordnung mit rationalen Coefficienten herleiten.

Das Folgende beschäftigt sich mit der Untersuchung dieser Differentialgleichungen, unter der Voraussetzung, dass die Ordnung p der vorgelegten Differentialgleichung eine gerade Zahl $2n$ ist, und sie bezieht sich auf den Fall, dass $\lambda = n$ gewählt wird.

In einer folgenden Mittheilung beabsichtige ich eine Fortsetzung der gegenwärtigen Untersuchung und eine Anwendung zu veröffentlichen, welche ich von derselben gemacht habe, und die Ziele darzulegen, welche ich dabei im Auge gehabt.

1.

Es seien die Coefficienten der Differentialgleichung

$$\text{(A)} \qquad \frac{d^{2n}y}{dx^{2n}} + p_1 \frac{d^{2n-1}y}{dx^{2n-1}} + \ldots + p_{2n} y = 0$$

rationale Functionen von x.

Sind $y_1, y_2, \ldots y_n$ n von einander linear unabhängige Integrale der Gleichung (A), so wollen wir eine Determinante mit n^2 Elementen bilden, deren Horizontalreihen aus den Ableitungen gleicher Ordnung von $y_1, y_2, \ldots y_n$ bestehen. Die Ordnung dieser Ableitungen sei durch eine der Zahlen $0, 1, 2, \ldots 2n-1$ bestimmt und sei für die verschiedenen Horizontalreihen verschieden. Solcher Determinanten können wir

$$\nu = \frac{2n(2n-1)\ldots(n+1)}{1 \cdot 2 \ldots n}$$

bilden. Bezeichnen wir dieselben in irgend einer Reihenfolge mit $u_0, u_1, u_2, \ldots u_{\nu-1}$ und setzen nur fest, dass u_0 diejenige unter diesen Determinanten sei, in welcher die Ordnungen der Ableitungen in den verschiedenen Horizontalreihen der Reihe nach $0, 1, 2, \ldots n-1$ sind, und welche wir die Hauptdeterminante von $y_1, y_2, \ldots y_n$ nennen wollen.

Bedeuten $z_1, z_2, \ldots z_n$ ein anderes System von n linear unabhängigen Integralen der Gleichung (A), so mögen diejenigen Determinanten, welche aus $u_0, u_1, \ldots u_{\nu-1}$ hervorgehen, wenn an Stelle von $y_1, y_2, \ldots y_n$ bez. $z_1, z_2, \ldots z_n$ gesetzt werden, bez. mit $v_0, v_1, \ldots v_{\nu-1}$ bezeichnet werden.

Bezeichnen wir ferner die Hauptdeterminante der $2n$ Integrale $y_1, y_2, \ldots y_n;\ z_1, z_2, \ldots z_n$ mit Δ, so ist[1]

$$\text{(B)} \qquad \Delta = C \cdot e^{-\int p_1 dx},$$

wo C eine Constante bezeichnet, welche von Null verschieden ist, wenn $y_1, y_2, \ldots y_n;\ z_1, z_2, \ldots z_n$ ein Fundamentalsystem von Integralen der Gleichung (A) ausmachen, dagegen den Werth Null annimmt, wenn dieses nicht der Fall ist.

Zerlegen wir Δ in eine Summe von Producten aus Partialdeterminanten $n$ter Ordnung, so erhalten wir unter Berücksichtigung von (B) zwischen $u_0, u_1, \ldots u_{\nu-1};\ v_0, v_1, \ldots v_{\nu-1}$ die Relation

$$\text{(C)} \qquad \Delta = \sum_{0}^{\nu-1}{}_{\lambda} \pm u_\lambda v_{\nu-1-\lambda} = C \cdot e^{-\int p_1 dx},$$

wo die Vorzeichen nach bekannter Regel zu bestimmen sind, und wo C den oben bezeichneten constanten Werth hat.

[1] Siehe meine Arbeit Borch. Journ. Bd. 66 S. 126—130.

2.

Ist $y_1, y_2, \dots y_{2n}$ ein Fundamentalsystem von Integralen der Gleichung (A), bilden wir die ν Combinationen derselben zu je n, und setzen in u_λ (Nr. 1) an Stelle von $y_1, y_2, \dots y_n$ je eine solche Combination, so erhalten wir ν verschiedene Grössen u_λ, welche wir mit $u_{0\lambda}, u_{1\lambda}, \dots u_{\nu-1\lambda}$ bezeichnen wollen, indem wir festsetzen, dass $u_{\nu-1-\mu,\lambda}$ aus denjenigen Functionen y_k gebildet werde, welche vom Systeme $y_1, y_2, \dots y_{2n}$ übrig bleiben, nachdem hiervon die zur Bildung von $u_{\mu\lambda}$ zu verwendende Combination weggenommen worden.

Wir bilden die Determinante

(1) $$P = |u_{\mu\lambda}| \qquad \begin{matrix}\mu = 0, 1, \dots \nu-1\\ \lambda = 0, 1, \dots \nu-1\end{matrix}$$

Da

$$|u_{\mu\lambda}| = |u_{\nu-1-\mu,\, \nu-1-\lambda}|,$$

so ergiebt sich

(2) $$P^2 = |u_{\mu\lambda}|\ |u_{\nu-1-\mu,\, \nu-1-\lambda}|.$$

Vollführen wir die Multiplication der beiden Determinanten rechterhand, so erhalten wir unter Berücksichtigung der Gleichung (C) eine Determinante mit ν^2 Elementen, deren Diagonalglieder, abgesehen von einem constanten Factor, den Werth $e^{-\int p_1 dx}$ annehmen, während die übrigen verschwinden. Demnach ergiebt sich

(D) $$P = C \cdot e^{-\frac{\nu}{2}\int p_1 dx},$$

wo C eine von Null verschiedene Constante bedeutet.

Aus Gleichung (D) folgt

I. Die Determinante P ist nicht identisch Null.

Sei

(3) $$\phi_0 u_0 + \phi_1 u_1 + \dots + \phi_{\nu-1} u_{\nu-1} = 0$$

eine Gleichung, welche für jede beliebige Combination $y_1, y_2, \dots y_n$ bestehe, so ist demgemäss auch

(4) $$\phi_0 u_{l0} + \phi_1 u_{l1} + \dots + \phi_{\nu-1} u_{l,\nu-1} = 0 \quad \text{für } l = 0, 1, \dots \nu-1$$

Da aber die Determinante P dieser Gleichungen mit den Unbekannten $\phi_0, \phi_1, \dots \phi_{\nu-1}$ nach S. I von Null verschieden ist, so muss

$$\phi_0 = \phi_1 = \dots = \phi_{\nu-1} = 0$$

sein, d. h.

II. Zwischen $u_0, u_1, \dots u_{\nu-1}$ kann nicht eine für jede Combination $y_1, y_2, \dots y_n$ gültige lineare homogene Relation bestehen.

Differentiiren wir u_λ und ersetzen die Ableitungen von $y_1, y_2, \dots y_n$, deren Ordnung $2n$ oder grösser als $2n$ durch ihre aus der Gleichung (A) sich ergebenden Ausdrücke in den Ableitungen niedrigerer Ordnung, so erhalten wir

(E) $$\frac{du_\lambda}{dx} = \phi_{\lambda 0} u_0 + \phi_{\lambda 1} u_1 + \dots + \phi_{\lambda \nu-1} u_{\nu-1}$$
$$\lambda = 0, 1, 2, \dots \nu - 1,$$

worin $\phi_{\lambda k}$ rationale Functionen von x bedeuten.

Aus diesem Systeme von Gleichungen ergiebt sich, dass auch die höheren Ableitungen von u_λ lineare homogene Functionen von $u_0, u_1, \dots u_{\nu-1}$ sind. Es sei insbesondere

(F) $$\frac{d^k u_0}{dx^k} = \psi_{k0} u_0 + \psi_{k1} u_1 + \dots + \psi_{k\nu-1} u_{\nu-1},$$

wo $\psi_{k\lambda}$ rationale Functionen von x sind, so bleiben diese Gleichungen bestehen, wenn wir in derselben u_0 durch u_{l0} und u_λ durch $u_{l\lambda}$ ersetzen. Bezeichnen wir die Hauptdeterminante der Functionen $u_{00}, u_{10}, u_{20}, \dots u_{\nu-1 0}$ mit ϑ, so ist nach den Gleichungen (1) und (F)

(G) $$\vartheta = Q \cdot P,$$

wenn wir die Determinante

(5) $$|\psi_{kl}| = Q$$

setzen. Aus Gleichung (D) folgt daher:

III. Die Determinante ϑ ist dann und nur dann Null, wenn die Determinante Q verschwindet.

3.

In den Gleichungen (F) mögen dem k die Werthe $1, 2, \dots \nu$ beigelegt werden. Aus dem entstehenden System von ν Gleichungen eliminiren wir $u_1, u_2, \dots u_{\nu-1}$, so ergiebt sich, wenn wir u statt u_0 setzen, als Resultat der Elimination

(H) $$\frac{d^\nu u}{dx^\nu} + P_1 \frac{d^{\nu-1} u}{dx^{\nu-1}} + \dots + P_\nu u = 0,$$

wo $P_1, \dots P_\nu$ rationale Functionen von x bedeuten. Diese Differentialgleichung wird durch die ν Functionen $u_{00}, u_{10}, \dots u_{\nu-1 0}$ befriedigt.

Ist die Determinante Q identisch Null, so können aus den ν Gleichungen, welche aus (F) für $k = 0, 1, \dots \nu - 1$ zu bilden sind, $u_1, u_2, \dots u_{\nu-1}$ eliminirt werden. Wir erhalten alsdann als Resultat der Elimination eine Differentialgleichung für u niedrigerer als νter Ordnung, welcher die Functionen $u_{00}, u_{10}, \dots u_{\nu-1 0}$ genügen müssen. Ist aber Q von Null verschieden, so ergiebt sich aus S. III. vor. Nr., dass die Differentialgleichung, welcher diese Functionen genügen, nicht niedriger als νter Ordnung sein könne. Denn da ϑ von Null verschieden ist, so ist das Bestehen einer linearen homogenen Relation mit constanten Coefficienten zwischen $u_{00}, u_{10}, \dots u_{\nu-1 0}$ ausge-

schlossen,[1] eine solche Relation würde aber aus der Annahme, dass diese Functionen einer Differentialgleichung niedrigerer als νter Ordnung genügten, hervorgehen müssen. Wir haben also das Resultat:

I. Die Functionen $u_{00}, u_{10}, \ldots u_{\nu-1\,0}$ genügen einer linearen homogenen Differentialgleichung mit rationalen Coefficienten. Dieselbe wird erhalten, wenn wir in (F) successive $k = 0, 1, 2 \ldots$ setzen und aus den entstehenden Gleichungen $u_1, u_2, \ldots u_{\nu-1}$ eliminiren. Ist Q nicht identisch Null, so wird die Differentialgleichung genau νter Ordnung [Gleichung (H)], und es sind $u_{00}, u_{10}, \ldots u_{\nu-1\,0}$ ein Fundamentalsystem derselben. Ist aber Q identisch Null, so wird die Differentialgleichung, welcher $u_{00}, u_{10}, \ldots u_{\nu-1\,0}$ gleichzeitig genügen, niedriger als νter Ordnung.

4.

Es werde vorausgesetzt, dass Q nicht identisch verschwindet.

Alsdann folgt durch Auflösung der Gleichungen (F) (welche aus $k = 0, 1, \ldots \nu - 1$ entstehen), für die Unbekannten u_λ

(J) $$u_\lambda = \chi_{\lambda 0} u_0 + \chi_{\lambda 1} u_0' + \ldots + \chi_{\lambda \nu-1} u_0^{(\nu-1)},$$

wo $\dfrac{d^k u_0}{dx^k} = u_0^{(k)}$ gesetzt worden, und wo $\chi_{\lambda k}$ rationale Functionen von x bedeuten.

Die Gleichungen (J) bleiben bestehen, wenn wir u_λ durch $u_{l\lambda}$ und $u_0^{(k)}$ durch $u_{l0}^{(k)}$ ersetzen. Machen wir diese Substitution für $l = 0, 1, \ldots \nu - 1$, multipliciren die Gleichungen successive mit den Constanten $\gamma_0, \gamma_1, \ldots \gamma_{\nu-1}$ und setzen

(1) $$w = \gamma_0 u_{00} + \gamma_1 u_{10} + \ldots + \gamma_{\nu-1} u_{\nu-1\,0}$$

(2) $$w_\lambda = \gamma_0 u_{0\lambda} + \gamma_1 u_{1\lambda} + \ldots + \gamma_{\nu-1} u_{\nu-1\,\lambda},$$

wo $u_{0\lambda}$ mit u_λ übereinstimmt, so folgt

(3) $$w_\lambda = \chi_{\lambda 0} w + \chi_{\lambda 1} w' + \ldots + \chi_{\lambda \nu-1} w^{(\nu-1)},$$

wo wiederum

$$w^{(k)} = \frac{d^k w}{dx^k}$$

gesetzt ist.

Wir bilden nunmehr den Ausdruck

(4) $$\mathrm{E} = \sum_0^{\nu-1}{}_\lambda \pm w_\lambda w_{\nu-1-\lambda},$$

wo das Vorzeichen des Gliedes $w_\lambda w_{\nu-1-\lambda}$ mit dem Vorzeichen des

[1] Vergl. meine Arbeit BORCH. Journ. B. 66 S. 126—130.

Gliedes $u_\lambda v_{\nu-1-\lambda}$ der in Gleichung (C) auftretenden Summe übereinstimmen soll. Aus Gleichung (2) folgt, dass E die Gestalt

(5) $$E = \Sigma_{\alpha\beta} A_{\alpha\beta} \gamma_\alpha \gamma_\beta \qquad \begin{matrix} \alpha = 0, 1, \ldots \nu-1 \\ \beta = 0, 1, \ldots \nu-1 \end{matrix}$$

annimmt. Die Coefficienten $A_{\alpha\beta}$ haben die Form

(6) $$A_{\alpha\beta} = \Sigma \pm u_{\alpha\lambda} u_{\beta,\nu-1-\lambda} + \Sigma \pm u_{\beta\lambda} u_{\alpha,\nu-1-\lambda}.$$

Mit Rücksicht auf die im Anfange von Nr. 2 fixirte Bedeutung der Functionen $u_{k\lambda}$ folgern wir aus Gleichung (C), dass die Summen rechterhand in Gleichung (6) verschwinden, wenn nicht $\beta = \nu - 1 - \alpha$. Ist aber $\beta = \nu - 1 - \alpha$, so werden diese Summen einander gleich und bis auf einen nicht verschwindenden constanten Factor gleich $e^{-\int p_1 dx}$. Hieraus ergiebt sich

(K) $$E = \Gamma \cdot e^{-\int p_1 dx},$$

wo Γ eine Constante bedeutet.

Substituiren wir für die w_k in E Gleichung (4) ihre Ausdrücke durch die Gleichung (3), so erhalten wir

(7) $$E = \Sigma_{\alpha\beta} P_{\alpha\beta} w^{(\alpha)} w^{(\beta)},$$

wo $P_{\alpha\beta}$ rationale Functionen von x bedeuten. Aus Gleichung (K) ergiebt sich daher der Satz:

I. Setzen wir in der quadratischen Form

(L) $$Z = \Sigma_{\alpha\beta} P_{\alpha\beta} u^{(\alpha)} u^{(\beta)} \qquad \begin{matrix} \alpha = 0, 1, \ldots \nu-1 \\ \beta = 0, 1, \ldots \nu-1 \end{matrix}$$

für u ein willkürliches Integral der Gleichung (H), so wird das Resultat gleich $e^{-\int p_1 dx}$ multiplicirt mit einer Constanten. Der Werth dieser Constanten ist von den Anfangswerthen des Integrals u abhängig.

Substituiren wir in Gleichung (H)

(8) $$u = e^{-\frac{1}{2}\int p_1 dx} \cdot t,$$

so haben wir

(9) $$u^{(k)} = e^{-\frac{1}{2}\int p_1 dx} [B_{k0} t + B_{k1} t' + \ldots + B_{kk} t^{(k)}]$$

zu setzen, wo $t^{(l)} = \frac{d^l t}{dx^l}$ und wo B_{kl} rationale Functionen von x bedeuten. Die Gleichung (H) transformirt sich in

(H') $$\frac{d^\nu t}{dx^\nu} + R_1 \frac{d^{\nu-1} t}{dx^{\nu-1}} + \ldots + R_\nu t = 0,$$

wo $R_1, R_2, \ldots R_\nu$ rationale Functionen von x bedeuten.

Die quadratische Form Z wird

(10) $$Z = e^{-\int p_1 dx} \cdot Z',$$

wo

(11) $$Z' = \Sigma_{\alpha\beta} R_{\alpha\beta} t^{(\alpha)} t^{(\beta)} \qquad \begin{matrix} \alpha = 0, 1, \ldots \nu-1 \\ \beta = 0, 1, \ldots \nu-1 \end{matrix}$$

$R_{\alpha\beta}$ rationale Functionen von x.

Aus Satz I ergiebt sich

II. Setzen wir in

$$Z' = \Sigma_{\alpha\beta} R_{\alpha\beta} t^{(\alpha)} t^{(\beta)} \tag{L'}$$

für t ein willkürliches Integral der Gleichung (H'), so wird dieser Ausdruck einer Constanten gleich. Der Werth dieser Constanten ist von den Anfangswerthen des Integrals t abhängig.

Übrigens ergiebt sich aus der Gleichung (8), dass

$$R_1 = -\tfrac{1}{2}\nu p_1 + P_1. \tag{12}$$

Andererseits ist[1] nach Gleichung (G)

$$P_1 = -\frac{d\log P}{dx} - \frac{d\log Q}{dx} \tag{13}$$

also nach Gleichung (D)

$$P_1 = \tfrac{1}{2}\nu p_1 - \frac{d\log Q}{dx}, \tag{14}$$

folglich ergiebt sich aus (12)

$$R_1 = -\frac{d\log Q}{dx}. \tag{15}$$

5.

Aus Gleichung (L') folgt durch Differentiation

$$\frac{dZ'}{dx} = \frac{\partial Z'}{\partial t^{(\nu-1)}} \cdot t^{(\nu)} + R, \tag{1}$$

wo R eine ganze homogene Function zweiten Grades von $t, t', \ldots t^{(\nu-1)}$ mit rationalen Coefficienten bedeutet. Setzen wir für $t^{(\nu)}$ seinen aus Gleichung (H') sich ergebenden Werth

$$t^{(\nu)} = -R_1 t^{(\nu-1)} - R_2 t^{(\nu-2)} - \ldots - R_\nu t, \tag{2}$$

so ist nach Satz II voriger Nummer

$$0 = -\frac{\partial Z'}{\partial t^{(\nu-1)}}[R_1 t^{(\nu-1)} + R_2 t^{(\nu-2)} + \ldots + R_\nu t] + R. \tag{3}$$

Diese Gleichung ist eine identische. Denn t bedeutet in (2) ein beliebiges Integral der Gleichung (H'), dessen Anfangswerthe für einen beliebigen Werth $x = x_0$, $t = t_0$, $t' = t'_0 \ldots t^{(\nu-1)} = t_0^{(\nu-1)}$ willkürlich wählbar, zwischen welchen also eine Relation nicht stattfinden kann.

[1] S. meine Arbeit BORCH. Journ. Bd. 66, S. 128.

Subtrahiren wir (3) von (1), so ergiebt sich demnach, dass identisch für jede beliebige Function t

$$\text{(M)} \qquad \frac{dZ'}{dx} = \frac{\partial Z'}{\partial t^{(\nu-1)}} [t^{(\nu)} + R_1 t^{(\nu-1)} + \ldots + R_\nu t].$$

Nach Satz II voriger Nummer wird die rechte Seite dieser Gleichung identisch Null, wenn für t irgend ein Integral der Gleichung (H′) substituirt wird. Setzen wir demnach

$$\text{(N)} \qquad \frac{\partial Z'}{\partial t^{(\nu-1)}} = M = S_0 t^{(\nu-1)} + S_1 t^{(\nu-2)} + \ldots + S_{\nu-1} t,$$

wo $S_0, S_1, \ldots S_{\nu-1}$ rationale Functionen von x, so ergiebt sich der Satz

I. Bedeutet t irgend ein Integral der Gleichung (H′), so ist M ein Multiplicator dieser Gleichung, oder was dasselbe besagt, es ist M ein Integral der zu (H′) adjungirten[1] Differentialgleichung.

Bilden wir die successiven Ableitungen von M, indem wir die Ableitungen von t, deren Ordnung gleich oder grösser als ν vermittelst der Gleichung (H′) auf die Ableitungen niedrigerer Ordnung reduciren, so ergiebt sich

$$(4) \qquad \frac{d^k M}{dx^k} = a_{k0} t + a_{k1} t' + \ldots + a_{k\nu-1} t^{(\nu-1)}.$$

Setzen wir hierin $k = 0, 1, \ldots \nu - 1$ und bezeichnen ein Fundamentalsystem von Integralen der Gleichung (H′) mit $t_1, t_2, \ldots t_\nu$, die nach Gleichung (N) zugehörigen Werthe von M bez. mit $M_1, M_2, \ldots M_\nu$, so wie die Hauptdeterminanten von $t_1, t_2, \ldots t_\nu$ und von $M_1, M_2, \ldots M_\nu$ bez. mit T und M, so ist den Gleichungen (4) gemäss

$$(6) \qquad \mathrm{M} = |a_{kl}| \cdot \mathrm{T}.$$

Der zweite Factor auf der rechten Seite ist von Null verschieden, weil $t_1, t_2, \ldots t_\nu$ ein Fundamentalsystem bilden,[2] folglich ist die Hauptdeterminante M der Functionen $M_1, M_2, \ldots M_\nu$ gleichzeitig mit $|a_{kl}|$ Null oder von Null verschieden. Ist aber M von Null verschieden, so ist $M_1, M_2, \ldots M_\nu$ ein Fundamentalsystem von Integralen der zu (H′) adjungirten Differentialgleichung.[3] Wir erhalten also den Satz:

II. Die ν Functionen $M_1, M_2, \ldots M_\nu$, welche aus Gleichung (N) hervorgehen, wenn t durch die Elemente eines Fundamentalsystems $t_1, t_2, \ldots t_\nu$ von Integralen der Gleichung (H′) ersetzt werden, bilden ein Fundamentalsystem von Inte-

---

[1] Diese Bezeichnung in dem Sinne genommen, welchen ich derselben in meiner Arbeit Borch. Journal B. 76 S. 183 beigelegt habe.

[2] S. meine Arbeit Borch. Journal B. 66 S. 126—130.

[3] S. ebendaselbst.

gralen der zu (H') adjungirten Differentialgleichung oder sie bilden ein solches nicht, je nachdem $|a_{kl}|$ von Null verschieden, oder gleich Null.

Ist $|a_{kl}|$ nicht Null, so können wir aus den Gleichungen (4) (wenn daselbst $k = 0, 1, \ldots \nu-1$ gesetzt wird), $t, t', \ldots t^{(\nu-1)}$ als lineare homogene Functionen von $M, M', \ldots M^{(\nu-1)}$ mit rationalen Coefficienten bestimmen, wenn $M^{(k)} = \frac{d^kM}{dx^k}$ gesetzt wird. Da nun jedes Integral t der Gleichung (H') ein Multiplicator der zu (H') adjungirten Differentialgleichung ist, so erhalten wir als Correlat zum Satze II den Satz

III. Ist $|a_{kl}|$ von Null verschieden, so sind auch die Multiplicatoren der zu (H') adjungirten Differentialgleichung lineare homogene Functionen mit rationalen Coefficienten der Integrale M dieser Differentialgleichung und ihrer Ableitungen.

6.

Es sei $\tau_1, \tau_2, \ldots \tau_\nu$ ein Fundamentalsystem von Integralen der Gleichung (H') von der Beschaffenheit, dass das Element τ_k zu M_k adjungirt ist,[1] so haben wir die Gleichungen

(1) $$\sum_1^\nu {}_l \tau_l M_l^{(k)} = 0 \qquad \text{für } k = 0, 1, \ldots \nu-2$$

(2) $$\sum_1^\nu {}_l \tau_l M_l^{(\nu-1)} = 1$$ [2]

Wir substituiren in diese Gleichungen die Ausdrücke (4) voriger Nummer, indem wir daselbst successive $t = t_1, t = t_2, \ldots t = t_\nu$ setzen. Ist $|a_{kl}|$ von Null verschieden, so können wir $\lambda_0, \lambda_1, \ldots \lambda_{\nu-1}$ so bestimmen, dass

(3) $$\sum_0^{\nu-1} {}_m \lambda_m a_{ml} = 0 \qquad \text{für } l = 1, 2, \ldots \nu-1$$

(4) $$\sum_0^{\nu-1} {}_m \lambda_m a_{m0} = 1$$

Multipliciren wir dann die Gleichungen (1) successive mit $\lambda_0, \lambda_1, \ldots \lambda_{\nu-2}$, die Gleichung (2) mit $\lambda_{\nu-1}$ und addiren sämmtliche Gleichungen, so folgt

(O) $$\sum_1^\nu {}_m t_m \tau_m = \lambda_{\nu-1},$$

wo $\lambda_{\nu-1}$ eine rationale Function von x. Die linke Seite der Gleichung (O) ist eine quadratische Form von $t_1, t_2, \ldots t_\nu$ mit constanten Coefficienten.

---

[1] In dem Sinne, welchen ich dieser Bezeichnung in meiner Arbeit Borch. Journal Bd. 76 S. 183 beigelegt habe.

[2] S. die Arbeit des Hrn. Frobenius, Borch. Journ. Bd. 77 S. 249.

einer linearen homogenen Differentialgleichung (H') νter Ordnung, oder einer solchen Differentialgleichung,

$$(1) \qquad M = 0$$

$\nu - 1$ter Ordnung Genüge leisten. Wir wollen zum Beschluss dieser Notiz die Gestalt einer Function Z', welcher diese Eigenschaften zukommen, etwas näher charakterisiren.

Nach Gleichung (N) können wir setzen

$$(2) \qquad Z' = \frac{1}{2S_0} M^2 + Z'_1,$$

wo Z'_1 eine homogene Function zweiten Grades von $t, t', \ldots t^{(\nu-2)}$ mit rationalen Coefficienten bedeutet.

Sei

$$(3) \qquad \frac{dZ'_1}{dx} = \frac{\partial Z'_1}{\partial t^{(\nu-2)}} \cdot t^{(\nu-1)} + R',$$

wo R' eine homogene ganze Function von $t, t', \ldots t^{(\nu-2)}$.

Aus der oben angegebenen Beschaffenheit von Z' und aus Gleichung (2) ergiebt sich, dass Z'_1 einen constanten Werth erhalten muss, wenn für t ein Integral der Gleichung (1) gesetzt wird. Demnach folgt aus Gleichung (3):

$$(4) \qquad 0 = -\frac{\partial Z'_1}{\partial t^{(\nu-2)}} \left(\frac{S_1}{S_0} t^{(\nu-2)} + \ldots + \frac{S_{\nu-1}}{S_0} t \right) = R'.$$

Ist S_0 von Null verschieden, so ist diese Gleichung wieder eine identische. Denn t ist ein willkürliches Integral der Gleichung (1), es können daher die Anfangswerthe von $t, t', \ldots t^{(\nu-2)}$ willkürlich gewählt werden, demnach kann zwischen diesen Grössen eine Relation nicht stattfinden. Subtrahiren wir Gleichung (4) von Gleichung (3), so ergiebt sich die für jede beliebige Function t bestehende Gleichung

$$(\mathrm{M}') \qquad \frac{dZ'_1}{dx} = \frac{\partial Z'_1}{\partial t^{(\nu-2)}} \left[t^{(\nu-1)} + \frac{S_1}{S_0} t^{(\nu-2)} + \ldots + \frac{S_{\nu-1}}{S_0} t \right].$$

Setzen wir

$$(\mathrm{N}') \qquad \frac{\partial Z'_1}{\partial t^{(\nu-2)}} = M_1 = T_0 t^{(\nu-2)} + T_1 t^{(\nu-3)} + \ldots + T_{\nu-2} t,$$

so folgt:

Ist t irgend ein Integral der Gleichung (1), so ist M_1 ein Multiplicator dieser Gleichung und die Function Z'_1 hat folgende Eigenschaft: Sie nimmt einen constanten Werth für solche Functionen t an und nur für solche, welche entweder der Gleichung (1) oder der Gleichung

$$(5) \qquad M_1 = 0$$

Genüge leisten.

Nach Gleichung (N') können wir setzen

$$Z_1' = \frac{1}{2T_0} M_1^2 + Z_2', \tag{6}$$

wo Z_2' eine homogene ganze Function zweiten Grades von $t, t', \ldots t^{(\nu-3)}$ bedeutet. Indem wir an Z_2' die obigen Schlüsse wiederholen und so fortfahren, gelangen wir schliesslich zu folgendem Resultate:

Die quadratische Form Z' lässt sich **im Allgemeinen** auf die folgende Gestalt bringen

$$Z' = \frac{1}{2\sigma_0} M_0^2 + \frac{1}{2\sigma_1} M_1^2 + \frac{1}{2\sigma_2} M_2^2 + \ldots + \frac{1}{2\sigma_{\nu-1}} M_{\nu-1}^2. \tag{Q}$$

Hierin sind $M_0, M_1, \ldots M_{\nu-1}$ lineare homogene Functionen einer Variablen t und ihrer Ableitungen nach x mit rationalen Coefficienten, und zwar ist M_k von $t, t', \ldots t^{(\nu-1-k)}$ abhängig. Es ist ferner M_{k+1} ein Multiplicator der Differentialgleichung

$$M_k = 0, \tag{R}$$

wenn in M_{k+1} für t ein Integral dieser Gleichung gesetzt wird. Die Grössen $\sigma_0, \sigma_1, \ldots \sigma_{\nu-1}$ sind rationale Functionen von x, nämlich σ_k der Coefficient von $t^{(\nu-1-k)}$ im Ausdruck von M_k. Endlich ist

$$M_{\nu-2} = \sigma_{\nu-2} \left[t' - \frac{\sigma_{\nu-1}'}{2\sigma_{\nu-1}} \cdot t \right].$$

Die Form (Q) setzt voraus, dass die successiv zu bildenden Ausdrücke $M_0, M_1, \ldots M_{\nu-1}$ die Ableitung höchster Ordnung von t, welche sie noch enthalten können, auch wirklich enthalten, dass also keine der Grössen $\sigma_0, \sigma_1, \ldots \sigma_{\nu-1}$ verschwindet. Wenn diese Voraussetzung nicht erfüllt ist, so nimmt Z' andere specielle Formen an.

Ausgegeben am 8. November.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.

XLIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

8. November. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Schulze las über die Function der Otolithen.

Die Mittheilung wird später im Druck erscheinen.

2. Hr. Prof. Krueger in Kiel, correspondirendes Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe, übersendet eine von dem Director der dortigen Realschule, Hrn. Dr. Meissel, berechnete weitere Ausführung der von Bessel in den Abhandlungen der Akademie 1824 gegebenen Tafel der Functionen I_k^0 und I_k^1.

Die neue Tafel wird in den Abhandlungen abgedruckt werden.

3. Hr. Weber legte einige von Prof. Em. Teza in Pisa bei ihm für die Akademie eingegangene Schriftchen vor: 1. Über bisher ungedruckte Briefe von Rich. Lepsius an I. Rosellini, aus den Jahren 1830—1842; 2. über Leben und Schriften des Pater Paolino da San Bartolomeo; 3. über eine ungarische Übersetzung des Petrarca.

Das correspondirende Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hr. Theodor Kjerulf ist in Christiania am 26. October verstorben.

Über die Bewegungserscheinungen der Atmosphaere.

Von A. Oberbeck
in Greifswald.

(Vorgelegt von Hrn. von Bezold am 25. October [s. oben S. 1053].)

(Fortsetzung.)

I.

Bei Vergleichung der höchsten und niedrigsten Temperaturen an der Erdoberfläche ergeben sich fortdauernd Differenzen von 70° Celsius. Dieselben würden, bei überall gleichem Druck, Dichtigkeitsunterschiede der Luft von mehr als 20 Procent bedingen. Da aber Druck und Dichtigkeit sich gegenseitig beeinflussen, so sollte man an Orten höchster Temperatur Druckminima, in kalten Gegenden Druckmaxima von entsprechender Intensität erwarten.

Anstatt dessen erreichen die durchschnittlichen Druckdifferenzen an der Erdoberfläche nur 6 bis 7 Procent, und selbst die grössten, schnell vorübergehenden Schwankungen überschreiten kaum 10 Procent. Den verhältnissmässig kleinen Werth dieser Druckdifferenzen erklärt man durch Bildung entsprechender Strömungen: einer Unterströmung an der Erdoberfläche in der Richtung der zunehmenden Temperatur und einer entgegengesetzten Oberströmung. Immerhin müsste die oben erwähnte Regel über den Zusammenhang von Temperatur und Druck im Allgemeinen zutreffen. Dies ist aber durchaus nicht immer der Fall.

Während die Aequatorialzone der höchsten Temperatur ein schwaches Druckminimum zeigt, treten schon zwischen dem zwanzigsten und vierzigsten Breitengrade Druckmaxima auf, von denen aus der Luftdruck nach den Polen zu, besonders charakteristisch auf der südlichen Halbkugel, recht beträchtlich sinkt.

Es scheint mir nicht zweifelhaft, dass man diese bemerkenswerthe Erscheinung nur durch die Einwirkung der Axendrehung der Erde auf die durch Temperaturdifferenzen entstehenden Luftströmungen wird erklären können. In einer früheren Abhandlung[1] habe ich versucht

[1] In diesen Berichten. 15. März 1888. St. XIV. S. 383—395.

unter gewissen, dort näher besprochenen Annahmen eine analytische Behandlung dieser Bewegungserscheinungen durchzuführen.

Die Druckverhältnisse wurden dort nicht eingehender erörtert. Dies ist in der vorliegenden Abhandlung geschehen. Ich komme dabei zu dem Resultat, dass die beschriebene Druckvertheilung vollständig ihre Erklärung durch die Strömungen der Atmosphaere findet und dass aus den beobachteten Werthen des Drucks ein Schluss auf die Intensität der Luftströmungen gezogen werden kann.

II.

In Übereinstimmung mit den Bezeichnungen meiner ersten Abhandlung soll die Temperatur der Atmosphaere:

$$T = T_0 + T_1$$

gesetzt werden, wo T_0 nur von r, der Entfernung des betreffenden Punktes vom Erdmittelpunkt abhängt, während T_1 eine Function von r und von ϑ, der Poldistanz, sein soll.

Der Druck an dem betreffenden Ort sei:

$$p = p_0(1 + \nu).$$

In diesem Ausdruck soll p_0 ebenfalls von r allein abhängen, während ν eine Function von r und von ϑ ist. Soweit die Beobachtungen über den Luftdruck reichen, kann ν als eine im Vergleich zu 1 kleine Zahlengrösse angesehen werden.

Für p_0 gilt die Gleichung:

$$c^2 \lg p_0 = \text{Const} + GR^2 \left(\frac{1}{r} + \alpha \int \frac{T_0}{r^2} dr \right),$$

aus welcher die Abnahme des Drucks als Function der Höhe über der Erdoberfläche berechnet werden kann, wenn das Gesetz der Temperaturabnahme mit der Höhe, d. h. der Werth von T_0 als Function von r bekannt ist.

Ferner soll gesetzt werden:

$$\nu = \nu_0 + \nu_1 + \nu_2 + \nu_3,$$

und zwar:

$$\nu_0 = -\frac{GR^2 \alpha T_1}{r},$$

während ν_1, ν_2, ν_3 die in der ersten Abhandlung S. 388 und 389 festgestellten Werthe beibehalten sollen.

Die beiden ersten Glieder jener Summe $\nu_0 + \nu_1$ liefern diejenigen Druckänderungen, welche von den Temperaturdifferenzen an der Erdoberfläche direct, d. h. bei Nichtberücksichtigung der Erddrehung herrühren.

Nimmt die Temperatur gleichmässig auf beiden Halbkugeln vom Aequator nach den Polen zu ab, mit anderen Worten, ist die Temperatur nur von der geographischen Breite (und nicht auch von der Länge) abhängig, so können die Luftbewegungen nur aus Vertical- und Meridianströmungen bestehen, und zwar entsprechend den früheren Geschwindigkeitscomponenten u_1, v_1, w_1 aus einer Unterströmung nach dem Aequator und aus einer Oberströmung nach den Polen. Die hiermit im Zusammenhang stehende Druckvertheilung $\nu_0 + \nu_1$ liefert nach Gleichung 4. (S. 389) der ersten Abhandlung das vorauszusehende Resultat, dass der Druck an der Erdoberfläche vom Aequator nach den Polen hin zunimmt, dass in einer mittleren Höhe die Druckdifferenzen verschwinden, dass endlich in grösserer Höhe der Druck am Aequator am grössten, an den Polen am kleinsten ist.

Da, wie oben bemerkt, die wirkliche Druckvertheilung hiermit durchaus nicht übereinstimmt, so ist zu schliessen, dass der Einfluss der Glieder $\nu_0 + \nu_1$ auf den Druck nur ein geringer sein kann.

Aus den früheren Entwickelungen geht hervor, dass das Glied ν_2 bei Annahme einer, rings um die Erdaxe gleichen Temperaturvertheilung verschwindet, so dass, wie in der ersten Abhandlung schon angedeutet wurde, das wichtigste Glied ν_3 sein wird.

III.

Zur Berechnung dieser Grösse ist das früher mitgetheilte Gleichungssystem zu benutzen:

$$c^2 \frac{\partial \nu_3}{\partial x} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = 2\varepsilon v_2 ,$$

$$c^2 \frac{\partial \nu_3}{\partial y} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -2\varepsilon u_2 ,$$

$$c_2 \frac{\partial \nu_3}{\partial z} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = 0 .$$

Da es nach der übereinstimmenden Meinung der Meteorologen, ebenso wie nach meinen früheren Ausführungen sehr wahrscheinlich ist, dass die Intensität der Rotationsströmungen der Luft, diejenige der Meridianströmungen erheblich übertrifft, so habe ich nur erstere, deren Componenten mit u_2, v_2 bezeichnet wurden, zur weiteren Rechnung herangezogen.

Da es sich um eine Rotationsbewegung um die z Axe handelt, so kann man setzen:

(1.) $$u_2 = -\chi y , \quad v_2 = +\chi x , \quad w_2 = 0 ,$$

und diese Werthe auch für u, v, w in dem angeführten Gleichungssystem benutzen.

Die relative Winkelgeschwindigkeit χ ist aus dem Ausdruck für die Ostcomponente O zu entnehmen.[1] Dieselbe ist eine Function von ϑ und von r, oder auch von σ, der Höhe über der Erdoberfläche. Das erste Gleichungssystem geht dann über in:

$$c^2 \frac{\partial v_3}{\partial x} = (2\varepsilon + \chi)\chi x,$$
$$c^2 \frac{\partial v_3}{\partial y} = (2\varepsilon + \chi)\chi y,$$
$$c^2 \frac{\partial v_3}{\partial z} = 0.$$

Da χ eine Function von r und ϑ oder, wenn man setzt:

$$z = r\cos\vartheta, \quad \rho = r\sin\vartheta,$$

von ρ und von z ist, so lässt sich eine Function v_3, welche den drei Gleichungen genügt, nicht angeben. Wäre χ von z unabhängig, so würde man

$$c^2 v_3 = \text{Const} + \int (2\varepsilon + \chi)\chi\rho\, d\rho$$

finden. Da ersteres aber nicht der Fall ist, so muss man schliessen, dass das oben stehende Gleichungssystem noch einer Ergänzung bedarf, dass also eine Rotationsbewegung einer Flüssigkeit, mit Ausschluss aller anderen Bewegungen, nur dann bestehen kann, wenn die Winkelgeschwindigkeit in der Richtung der Rotationsaxe überall dieselbe ist. Ist das nicht der Fall, so treten weitere Strömungen senkrecht zu der Rotationsbewegung auf. Letztere werden in unserem Fall aus Vertical- und Meridianbewegungen bestehen. Ihre Componenten mögen mit u_3, v_3, w_3 bezeichnet werden. Den Fundamentalgleichungen (3.) der ersten Abhandlung entsprechend sind dieselben in das vorstehende Gleichungssystem einzuführen, welches dann lautet:

$$(2.)\quad \begin{cases} c^2 \frac{\partial v_3}{\partial x} = (2\varepsilon + \chi)\chi x + \varkappa\Delta u_3, \\ c^2 \frac{\partial v_3}{\partial y} = (2\varepsilon + \chi)\chi y + \varkappa\Delta v_3, \\ c^2 \frac{\partial v_3}{\partial z} = \varkappa\Delta w_3, \\ \frac{\partial u_3}{\partial x} + \frac{\partial v_3}{\partial y} + \frac{\partial w_3}{\partial z} = 0. \end{cases}$$

Mögen die Bewegungscomponenten 3, die sich übrigens unmittelbar den Bewegungen 1. anschliessen, an Intensität hinter den Rotationsbewegungen erheblich zurückstehen, bei einer Berechnung des Drucks dürfte ihre Einführung nicht zu umgehen sein.

[1] S. 391.

Für die Winkelgeschwindigkeit χ lieferte die erste Abhandlung einen ziemlich complicirten Werth. Ich habe für dieselbe in der Weise einen einfacheren Ausdruck eingeführt, dass ich zwar die dort gegebene Abhängigkeit von der Poldistanz ϑ beibehalten, anstatt der Abhängigkeit von der Entfernung zur Erdoberfläche vorläufig aber einen Durchschnittswerth eingeführt habe. Demnach kann man setzen:

$$\chi = \chi_1 \cos^2 \vartheta - \chi_2, \tag{3.}$$

oder mit geringer Verschiedenheit:

$$\chi = \frac{1}{R^2} \{\chi_1 z^2 - \chi_2 r^2\}. \tag{4.}$$

In diesen Gleichungen sollen χ_1 und χ_2 als Constanten angesehen werden. Wie früher gefunden, ist also die Rotationsbewegung der Luft in höheren Breiten positiv, d. h. von demselben Vorzeichen wie die Axendrehung der Erde. Bei einer gewissen Breite wird der Durchschnittswerth Null und hat am Aequator das entgegengesetzte Vorzeichen.

Die weitere Rechnung zeigt, dass die Winkelgeschwindigkeit χ klein ist im Vergleich zu derjenigen der Erde ε, so dass die einfacheren Gleichungen:

$$\left\{\begin{aligned} c^2 \frac{\partial v_3}{\partial x} &= 2\varepsilon\chi x + \varkappa\Delta u_3, \\ c^2 \frac{\partial v_3}{\partial y} &= 2\varepsilon\chi y + \varkappa\Delta v_3, \\ c^2 \frac{\partial v_3}{\partial z} &= \varkappa\Delta w_3, \\ \frac{\partial u_3}{\partial x} + \frac{\partial v_3}{\partial y} &+ \frac{\partial w_3}{\partial z} = 0 \end{aligned}\right. \tag{5.}$$

zu lösen sind.

Hierzu bestimmt man zunächst eine Function $\mathfrak{F}$, welche so beschaffen ist, dass:

$$\frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial x} = 2\varepsilon\chi x, \quad \frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial y} = 2\varepsilon\chi y,$$

Dann ist:

$$\mathfrak{F} = \frac{\varepsilon r^2}{R^2} \left\{\chi_1 z^2 - \frac{\chi_2}{2} r^2\right\}. \tag{6.}$$

Setzt man ferner:

$$u_3 = \frac{\partial L}{\partial x}, \quad v_3 = \frac{\partial L}{\partial y}, \quad w_3 = \frac{\partial L}{\partial z} + M, \tag{7.}$$

wo L und M zwei neue Functionen von x, y, z sind, so kann man das Gleichungssystem schreiben:

$$c^2 \frac{\partial v_3}{\partial x} = \frac{\partial \mathfrak{J}}{\partial x} + \varkappa \frac{\partial}{\partial x}(\Delta L),$$

$$c^2 \frac{\partial v_3}{\partial y} = \frac{\partial \mathfrak{J}}{\partial y} + \varkappa \frac{\partial}{\partial y}(\Delta L),$$

$$c^2 \frac{\partial v_3}{\partial z} = \frac{\partial \mathfrak{J}}{\partial z} + \varkappa \frac{\partial}{\partial z}(\Delta L) - \frac{\partial \mathfrak{J}}{\partial z} + \varkappa \Delta M.$$

Die Gleichung der Continuität lautet:

(8.) $$\Delta L = -\frac{\partial M}{\partial z}.$$

Die drei ersten Gleichungen führen zu den beiden folgenden:

(9.) $$c^2 v_3 = \text{Const.} + \mathfrak{J} - \varkappa \frac{\partial M}{\partial z},$$

(10.) $$\Delta M = \frac{1}{\varkappa} \frac{\partial \mathfrak{J}}{\partial z}.$$

Werden hiernach die Functionen L und M so bestimmt, dass sie den Grenzbedingungen genügen, so ist das Problem als gelöst zu betrachten und Gleichung (9.) giebt die gesuchte Druckvertheilung. Als Grenzbedingungen habe ich die früher aufgestellten beibehalten: Haften an der Erdoberfläche, Gleiten an einer oberen Grenzfläche in einer Höhe $R \cdot h$ über der Erde, wobei h als eine im Vergleich zu 1 kleine Zahl angesehen wird.

Zur weiteren Ausrechnung ist es zweckmässig, die Vertical- und Meridiancomponente der Strömung V und N einzuführen. Dieselben hängen mit L und M durch die Gleichungen:

(11.) $$V = \frac{\partial L}{\partial r} + M \cos\vartheta, \quad N = -\frac{1}{r}\frac{\partial L}{\partial \vartheta} + M \sin\vartheta$$

zusammen.

Die Gleichung der Continuität lautet dann:

(12.) $$\frac{\partial V}{\partial r} + \frac{2}{r} V = \frac{1}{r}\left\{\operatorname{ctg}\vartheta \cdot N + \frac{\partial N}{\partial \vartheta}\right\}.$$

Ferner giebt die Elimination von L die weitere Gleichung:

(13.) $$\frac{\partial (Nr)}{\partial r} + \frac{\partial V}{\partial \vartheta} = r \frac{\partial M}{\partial r} \sin\vartheta + \frac{\partial M}{\partial \vartheta} \cos\vartheta.$$

Die Rechnung liefert die folgenden Werthe:

(14.) $$V = \frac{2\varepsilon}{\varkappa} R^3 \left\{\chi_1 + 2\chi_2 - 6(4\chi_1 + \chi_2)\cos^2\vartheta + 35\chi_1 \cos^4\vartheta\right\} \cdot f(\sigma).$$

(15.) $$N = \frac{2\varepsilon}{\varkappa} R^3 \sin\vartheta \cos\vartheta \left\{-\chi_1 - 2\chi_2 + 7\chi_1 \cdot \cos^2\vartheta\right\} \cdot \phi(\sigma).$$

Hierin haben $f(\sigma)$ und $\phi(\sigma)$ eine ähnliche Bedeutung, wie in der früheren Abhandlung. Es ist

$$(16.)\quad \begin{cases} f(\sigma) = \frac{\sigma^2}{48}(h-\sigma)(3h-2\sigma), \\ \phi(\sigma) = \frac{\sigma}{48}\{6h^2 - 15h\sigma + 8\sigma^2\}. \end{cases}$$

Auch ist σ durch dieselbe Gleichung:

$$r = R(1+\sigma)$$

bestimmt.

Endlich ergiebt sich aus der Gleichung:

$$(17.)\quad c^2 v_3 = \text{Const.} + \mathfrak{F} - k\frac{\partial M}{\partial z},$$

$$c^2 v_3 = \text{Const.} + \varepsilon R^2 \left\{\left(\frac{3\chi_1}{7} + \chi_2\right)\cos^2\vartheta - \chi_1 \cos^4\vartheta\right\}.$$

Die letzte Formel gestattet eine directe Vergleichung mit den oben erwähnten Beobachtungen für die Druckvertheilung.

IV.

Die Durchschnittswerthe des Luftdrucks auf der südlichen Halbkugel als Function der Breite sind in der folgenden Tabelle (unter beobachtet) zusammengestellt.[1]

Luftdruck an der Erdoberfläche		
Breite	beobachtet	berechnet
0°	758mm.0	758.0
10	759.1	758.9
20	761.7	760.5
30	763.5	762.0
40	760.5	760.5
50	753.2	755.3
60	743.4	747.1
70	738.0	738.0
80	—	730.9
90	—	727.2

Dieselben lassen sich ziemlich gut durch einen Ausdruck von der Form:

$$(18.)\quad p = p_a + a\cos^2\vartheta - b\cos^4\vartheta$$

darstellen. Bestimmt man die Constanten a und b aus den beobachteten Werthen für zwei Winkel ϑ (Poldistanzen), wofür ich $\vartheta = 50^\circ$ und $\vartheta = 20^\circ$ benutzt habe, so erhält man:

$$p = 758 + 31.295\cos^2\vartheta - 61.094\cos^4\vartheta.$$

[1] A. Sprung, Lehrbuch der Meteorologie. S. 193. — J. van Bebber, Handbuch der Witterungskunde II. S. 136.

Mit Hülfe dieser Formel sind die in der zweiten Columne unter »berechnet« zusammengestellten Werthe gewonnen worden.

Macht man dann weiter die sehr wahrscheinliche Annahme, dass die hier betrachteten Druckveränderungen ausschliesslich von der Rotationsbewegung herrühren, dass also

$$p = p_a(1 + \nu_3)$$

ist, wo p_a den Druck am Aequator darstellt, so ist:

$$\nu_3 = \frac{p - p_a}{p_a}.$$

Also:

$$\nu_3 = \frac{\cos^2\vartheta}{758}\{31.295 - 61.094\cos^2\vartheta\}.$$

$$(19.) \qquad \nu_3 = 0.0413\cos^2\vartheta - 0.0806\cos^4\vartheta.$$

Andererseits hatte die Berechnung von ν_3 zuvor ergeben:

$$\nu_3 = \frac{\varepsilon R^2}{c^2}\cos^2\vartheta\left\{\frac{3\chi_1}{7} + \chi_2 - \chi_1\cos^2\vartheta\right\},$$

wobei die hinzugefügte Constante fortgelassen werden konnte.

Hiernach können die beiden Ausdrücke für ν_3 einander gleichgesetzt werden und man erhält, zur Berechnung der Rotationsbewegungen, die beiden Gleichungen:

$$\frac{\varepsilon R^2}{c^2}\chi_1 = 0.0806,$$

$$\frac{\varepsilon R^2}{c^2}\left(\frac{3\chi_1}{7} + \chi_3\right) = 0.0413.$$

Setzt man hierin:

$$R = 6379600^{\mathrm{m}}, \quad c = 280^{\mathrm{m}}$$

$\varepsilon = 0.00007292$, so erhält man:

$$\chi_1 = 0.0292 \cdot \varepsilon,$$

$$\chi_2 = 0.0836\,\chi_1.$$

Hiernach ist die Winkelgeschwindigkeit der Rotationsbewegung der Luft:

$$(20.) \qquad \chi = 0.0292 \cdot \varepsilon\{\cos^2\vartheta - 0.0836\}.$$

Dieselbe ist klein im Vergleich zu der Winkelgeschwindigkeit der Erde ε, führt also nirgends zu unwahrscheinlich grossen Bewegungen der Atmosphaere. Bildet man das Product $\chi_1 R$, so erhält man dafür: $13^{\mathrm{m}}.58$. Die wirkliche Geschwindigkeit der Rotationsbewegung ist aber:

$$O = \chi \cdot R \cdot \sin\vartheta.$$

Der Maximalwerth liegt bei einer Breite von: 56° 27′ und beträgt: $4^{\mathrm{m}}.59$. Vom Pol bis zu 16° 49′ ist der Durchschnittswerth

der Rotationsbewegung positiv, d. h. nach Osten gerichtet, von da an bis zum Aequator ist derselbe negativ, also nach Westen gerichtet.

Diese Resultate lassen sich sehr wohl vereinigen mit den Ergebnissen meiner früheren Abhandlung, nach welcher die Rotationsbewegung als Summe zweier, ihrem ganzen Verhalten nach verschiedener Glieder aufgefasst wurde. Speciell von dem zweiten Glied wurde bemerkt, dass die demselben entsprechende Strömung erst in grösserer Höhe merkliche Werthe erreicht. Dieselben werden dort also bedeutend grösser sein, als die gefundenen Durchschnittswerthe. Das erste Glied ergab eine schon in den tieferen Schichten der Atmosphaere sich vollziehende Bewegung: nach Osten gerichtet vom Pol bis 35° Breite, in der Aequatorialzone ausschliesslich nach Westen gerichtet, und sollte der ersten Bewegung an Geschwindigkeit nachstehen. Die Zahlenberechnung führt zu demselben Ergebniss, da χ_2 klein ist im Vergleich zu χ_1. Da von 35° bis in die Nähe des Aequators zwei Strömungen von entgegengesetztem Vorzeichen über einander fliessen, so wird der Ort, wo die durschnittliche Rotationsbewegung Null ist, dem Aequator näher liegen als 35°.

An der Schlussweise von W. Siemens, welche die erste Anregung zu den vorliegenden Untersuchungen gab, würde daher nur insofern eine Modification vorzunehmen sein, als man berücksichtigen muss, dass die westliche Bewegung der höheren Regionen und höheren Breiten gegenüber der östlichen Bewegung der unteren Regionen und niederen Breiten bevorzugt ist, weil erstere einen viel geringeren Bruchtheil an lebendiger Kraft in Folge von Reibung einbüsst als letztere.

Die Vertical- und Meridiancomponenten V und N sind den entsprechenden Componenten, welche in meiner ersten Arbeit berechnet wurden, hinzuzufügen. Die Verticalcomponente ist am Aequator und am Pol positiv, ergiebt also an beiden Orten aufsteigende Strömung, während V in einer breiten, mittleren Zone negativ ist. Am Aequator wird also der aufsteigende Strom verstärkt, am Pol der abwärts gerichtete Strom geschwächt.

Die Meridiancomponente N ist an der Erdoberfläche am Aequator Null, von dort bis etwa zu 24° Breite negativ, d. h. nach Süden gerichtet, von da bis zum Pol, wo sie wieder Null wird, hat dieselbe eine nördliche Richtung. Sie verstärkt also in den Tropen die aequatoriale Strömung und schwächt dieselbe in höheren Breiten. Vielleicht erklärt sich hieraus das Auftreten nordwestlicher Winde, welche auf der südlichen Halbkugel zwischen 50° und 60° oft vorkommen.

Schliesslich mag bemerkt werden, dass die oben benutzte Formel für die Druckvertheilung sich den Beobachtungen noch besser anschliesst, wenn ein drittes Glied mit einer sechsten Potenz von $\cos\vartheta$

hinzugefügt wird. Dasselbe würde ebenfalls seine Erklärung durch die Rechnung finden, da die neu gefundenen Meridianströmungen eigentlich wieder verwerthet werden müssten, um weitere zu den ersten sich hinzuaddirende Rotationsbewegungen zu berechnen, welche eine entsprechende Veränderung an der Druckformel hervorbringen würden. Mit anderen Worten: man wird durch eine Reihe von Annäherungen der wahren Lösung in ähnlicher Weise sich nähern, wie etwa bei der Berechnung der gegenseitigen Influenzwirkung zweier Conductoren, bei welchen man den Gesammtact der Influenz in eine Reihe von Einzelwirkungen des ersten Conductors auf den zweiten, dann wieder des zweiten auf den ersten u. s. w. zerlegt denkt. Es ist vorauszusehen, dass die weitere Fortsetzung der Rechnung ein entsprechendes Glied in dem Ausdruck für den Druck liefern müsste. Hierdurch würde dann auch der Ausdruck für die Rotationsbewegung eine Veränderung erleiden. Doch ist zu übersehen, dass die Grössenordnung derselben schon jetzt richtig festgestellt worden ist. Nach Ausführung der angedeuteten weiteren Rechnungen gedenke ich dann auch die durchschnittliche Druckvertheilung im Sommer und Winter in ähnlicher Weise zu bearbeiten, um die Veränderungen der Rotationsbewegung mit den Jahreszeiten näher festzustellen. Auf die nördliche Halbkugel wird man die gefundenen Formeln nur mit Vorsicht anwenden dürfen, da auf dieser die Hauptbedingung, dass die Temperatur eine Function der geographischen Breite allein ist, viel weniger zutrifft, wie auf der südlichen Halbkugel.

Druckfehler in der vorigen Mittheilung:

S. 387 Z. 13 fehlt in der Gleichung: $-c^2 \frac{\partial \log p}{\partial x}$.

S. 388 Z. 18: $\nu = \nu_1 + \nu_2 + \nu_3$.

S. 389 Z. 25: $\left(\frac{d^2 F}{dr^2} + \frac{2}{r}\frac{dF}{dr}\right) Q + \frac{\partial Q}{\partial r}\left(2\frac{dF}{dr} + \frac{dE}{dr}\right) = 0$.

S. 393 Z. 6: $O = D_1 \sin\vartheta \{(1 - 3\cos^2\vartheta)\, g(\sigma) + 6\cos^2\vartheta \cdot \gamma(\sigma)\}$.

S. 393 Z. 20: $f(\sigma) = \frac{\sigma}{8}(h - \sigma)(3h\sigma - 2\sigma^2)$.

Ausgegeben am 15. November.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.
XLIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

15. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. von Bezold trug die Fortsetzung seiner Untersuchungen über die Thermodynamik der Atmosphaere vor.

Die Mittheilung wird im nächsten Stück der Berichte erscheinen.

2. Der Vorsitzende legte den wohlerhaltenen Schädel eines Flachkopf-Indianers vor, welcher im Staate Oregon, am Ufer des Willamette-Flusses, nahe an dessen Vereinigung mit dem Clackamas-Flusse, gefunden worden ist. Das physiologische Institut verdankt diese höchst werthvolle Bereicherung seiner Sammlungen der ausserordentlichen Zuvorkommenheit des Gesandten der Vereinigten Staaten von Nordamerika, Hrn. Pendleton Exc., der auf Veranlassung eines Zuhörers des Vorsitzenden, Hrn. Dr. Victor Leser, bei dem Department of State in Washington die Beschaffung des Schädels unter Beihülfe des Secretars der Smithsonian Institution, Hrn. Prof. Langley, gütigst vermittelt hat.

Bericht über eine nach den Canarischen Inseln im Winter 1887/88 ausgeführte Reise.

Von Prof. Carl Chun
in Königsberg i. Pr.

(Vorgelegt von Hrn. Schulze am 1. November [s. oben S. 1113].)

Indem ich Sr. Excellenz dem Hrn. Cultusminister für die Bewilligung eines halbjährigen Urlaubes und der Königlichen Akademie der Wissenschaften für ihre Munificenz, die mir eine Reise nach den Canarischen Inseln behufs Erforschung der pelagischen Fauna ermöglichte, meinen ehrerbietigen Dank abstatte, erlaube ich mir im Folgenden einen Bericht über meine Thätigkeit vorzulegen.

Meine Untersuchungen galten einerseits der Erforschung der pelagischen Tiefen- und Oberflächenfauna im Allgemeinen, andererseits dem Studium der Siphonophoren oder Schwimmpolypen im Speziellen. Ich hatte mich behufs Ausführung der erstgenannten Untersuchungen mit einem 1600^{m} langen und 2^{cm} dicken Tau, sowie mit zwei von mir verbesserten und tadellos fungirenden Schliessnetzen nebst mehreren grossen offenen Netzen versehen. Ermöglicht wurde mir die Tiefenfischerei durch das überaus liebenswürdige Entgegenkommen der HH. Woermann und Bohlen, welche Ordre gaben, dass während der 13tägigen Überfahrt der Dampfer »Lulu Bohlen« mehrmals (im Ganzen siebenmal) angehalten wurde. Ich statte den beiden Herren auch an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank ab; nicht minder auch Hrn. Capitain Dittmar für seine Bemühungen bei Ausführung der einzelnen Züge.

Da an den Canarischen Inseln keine Gouvernements-Dampfer existiren, so bin ich Don Gregorio Chily Naranjo, dem gelehrten Verfasser des Estudios Historicos de las Islas Canarias und Gründer des prachistorischen Museums zu Los Palmas, zu Dank verbunden, dass auf seine Veranlassung ein Schleppdampfer von Hrn. Carlo mit Zuvorkommenheit mir zur Verfügung gestellt wurde. Ich benutzte denselben an drei Tagen, um auf Gran Canaria vor dem Puerto de la Luiz in grösseren Tiefen zu fischen.

Da ich annehmen durfte, dass der ständig wehende Nord-Ostpassat mir reichlich Material antreiben würde, so beschloss ich mich

an der Nordküste einer der Inseln zu installiren und wählte hierzu schliesslich den Puerto de la Orotava, wo ich in der direct am Hafen gelegenen Fonda de la Marina eine meinen Zwecken durchaus entsprechende Unterkunft und nach den unvermeidlichen ersten Schwierigkeiten auch bald geeignete Fischer und Boote fand. Wenn auch die See an der Nordküste von Teneriffa stets stärker bewegt ist, als an der windstillen Südseite und ich andererseits bei meinen täglichen Ausfahrten oft mich weit vom Lande entfernen musste, ehe eine ergiebige Strömung aufgefunden war, so habe ich doch trotz der gelegentlich kritischen Rückfahrt durch die Brandung an dem schlecht angelegten Hafen ein reiches und wohl erhaltenes Arbeitsmaterial zur Verfügung gehabt.

Ich gestatte mir zunächst einen kurzen Überblick über die Ergebnisse meiner Untersuchung der canarischen Siphonophoren zu geben.

I. Abtheilung.

Die Siphonophoren der Canarischen Inseln.

Dem Studium der canarischen Siphonophoren wendete ich während meines Aufenthalts in Orotava hauptsächlich meine Aufmerksamkeit zu. Es ist mir gelungen, ausser den von Häckel beschriebenen canarischen Formen eine ziemlich ansehnliche Zahl neuer Arten nachzuweisen, unter denen einige theils wegen ihrer Eigenthümlichkeiten im Bau, theils weil sie Bindeglieder zwischen bisher isolirt dastehenden Gruppen repraesentiren, nicht ohne Interesse sein dürften.

Während der Herbstmonate bis zum Beginn des Januar war die pelagische Fauna, speciell auch an Siphonophoren, auffällig arm. Immerhin wurde mir durch die zahlreichen Eudoxien und durch die Jugendstadien von Physophoriden ein reichliches Arbeitsmaterial geboten, das mich in den Stand setzte, zu sämmtlichen beobachteten Calycophoriden die zugehörigen Eudoxien nachzuweisen und die Kenntniss von der postembryonalen Entwickelung der Physophoriden zu fördern. Erst von Januar an erschienen die erwachsenen Physophoriden und mit ihnen zugleich pompöse neue Calycophoriden, die an Pracht und Zartheit alle mir bekannten Formen überbieten.

Wenn es mir auch im Rahmen eines knappen Berichtes nicht zweckdienlich erscheint, die Theorien über die Organisation der Siphonophoren zu erörtern, so sehe ich mich doch mit Rücksicht auf die Grundsätze, die mich bei Aufstellung des Siphonophorensystems leiteten, veranlasst, auf einige Anschauungen einzugehen, die HÄCKEL in seinem kürzlich veröffentlichten »System der Siphonophoren auf phylogenetischer Grundlage«[1] äusserte, namentlich insoweit, als dieselben sich gegen von mir vertretene Auffassungen wenden.

HÄCKEL sieht in der primären Larve der Siphonophoren eine einfache Medusenperson, welche in Gestalt einer *Siphonula* und *Disconula* auftritt. Letztere ist achtstrahlig gebaut und entwickelt sich späterhin zu den Porpiten und Velellen, während die bilateral-symmetrische *Siphonula* den Ausgangspunkt für sämmtliche übrige Siphonophoren abgiebt. Demgemäss zerlegt HÄCKEL die Siphonophoren in zwei Legionen, in die Disconanthen und Siphonanthen.

Was nun zunächst die Trennung der Siphonophoren in zwei Unterclassen anbelangt, von denen die eine die bisher als Chondrophoriden bez. Velelliden bezeichneten Velellen und Porpiten, die andere die gesammten Calycophoriden und die meisten Physophoriden umfasst, so habe ich dem entgegenzuhalten, dass HÄCKEL seine Speculationen auf zwei Larvenformen von sehr ungleichem morphologischen Werth gründet. Die radiäre *Disconula* repraesentirt eine stark abgeänderte Larve, welcher sicherlich ein bilaterales *Siphonula*-Stadium vorausging. Wir kennen leider die Embryonalentwickelung der Velellen und Porpiten noch nicht, allein ich habe allen Grund zur Vermuthung, dass jüngere Stadien sich eng an den Bau der jüngsten Larvenstadien von *Physalia* anschliessen. Junge von mir beobachtete Ratarien, welche noch eine einfache ungekammerte Pneumatophore besitzen, lassen vier Tentakeln erkennen, welche einseitig bilateral angeordnet sind, oder welche, genauer gesagt, neben einem grösseren Tentakel drei kleinere in asymmetrischer Vertheilung aufweisen. Sicherlich ging diesem Stadium eine ächte bilaterale *Siphonula* mit der Anlage der Pneumatophore, einem einzigen Tentakel und dem Magenschlauch voraus. Dieses bisher allerdings noch nicht beobachtete Stadium müsste man der *Siphonula* parallelisiren, allein dann würde man von vornherein darauf verzichten, einen fundamentalen Unterschied zwischen »Siphonanthen« und »Disconanthen« anzuerkennen und diesem Verhältniss auch darin Ausdruck zu geben, dass für die Disconanthen eine Anknüpfung an Trachomedusen, für die Siphonanthen eine solche an Anthomedusen gesucht wird.

[1] Jenaische Zeitschrift 1888. Bd. XXII.

Ich sehe in den Velelliden übereinstimmend mit den bisherigen Forschern ächte Physophoriden, die allerdings in Anpassung an eine passive Bewegungsweise durch den Wind recht sinnfällige an der *Disconula* bereits ausgeprägte Umformungen erkennen lassen. Ich habe mehrfach diese Anpassungen betont und möchte an dieser Stelle lediglich darauf hinweisen, dass ich als eine Anpassung an die flottirende Lebensweise in der Tiefsee bez. an der Oberfläche, als eine spätere Erwerbung und demgemäss als ein Organ sui generis den Mantel auffasse, welcher freilich von Häckel in Übereinstimmung mit Metschnikoff als Medusenumbrella gedeutet wird. Dieser, bei den Porpiten kreisrunde, bei den klinoradial gebauten Velellen oval gestaltete Limbus oder Mantel legt sich an den jüngsten Larven als schmale Falte mitten um die noch ungekammerte Pneumatophore an und fehlt sicherlich noch dem von mir postulirten Siphonula-Stadium der Velelliden. Er entsteht also in derselben Weise, wie der musculöse Hauptsaum des Segels bei einer *Rataria*. Wollte man diesen Mantel einer Umbrella homologisiren, so würden wir eine Meduse erhalten, die auf ihrer Exumbrella ein reich entwickeltes Gefässnetz und einen kräftigen Belag von Epithelmuskelzellen aufweist: Structurverhältnisse also, die wir nur an der Subumbrella wahrnehmen.

Auch einigen specielleren Deutungen Häckel's über den Bau der Velelliden kann ich nicht beistimmen. So betrachtet er das ektodermale, zwischen den Leberschläuchen gelegene Parenchym als Gasdrüse, welche die Luft in die unteren offenen Enden der Tracheen abscheidet, aus denen dieselbe später in die Kammern gelangt, um durch die Stigmata nach aussen entfernt zu werden. Dagegen spricht, dass das in Rede stehende Gewebepolster in seiner histologischen Structur gänzlich von dem secundären Ektoderm verschieden ist, welches, wie ich nachwies,[1] als Gasdrüse fungirt, und dass weiterhin die Tracheen, welche die Polypen umspinnen, zum grössten Theil an Stellen enden, wo überhaupt das in Rede stehende Gewebe fehlt. Letzteres setzt sich vielmehr aus unentwickelten Nesselzellen zusammen und ist durchaus homolog jenem Nesselwulste, welcher den vorderen Magenabschnitt der Saugröhren umgiebt. Durch die mächtige Entwickelung dieses Nesselpolsters wurde der Vormagen in vier oder fünf gefässartige Kanäle zerlegt, die sich späterhin bei *Porpita* bis auf acht Kanäle vermehren. Die Velelliden vermögen überhaupt bei dem Mangel eines secundären Ektodermes nach Ausbildung der chitinigen concentrischen Luftkammern kein Gasgemenge zu secerniren, sondern sie sind darauf angewiesen, die atmosphaerische Luft durch

[1] Der Bau der Pneumatophoren. Zoolog. Anzeiger 1887 Nr. 261 und 262.

die Stigmen in die Kammern aufzunehmen und wieder auszutreiben. Da die Colonie einem sehr intensiven Stoffwechsel unterworfen ist, wie er sich ja auch in der reichlichen Abscheidung von Guanin-Krystallen in der sogenannten Leber kund giebt, so erklärt es sich, dass vermittelst der in den Tracheen enthaltenen Luft den Polypen ausgiebig Sauerstoff zugeführt wird. Zu dem üben die Velellen und Porpiten Bewegungen aus, welche auffällig an die Leistungen der luftathmenden Arthropoden behufs Erneuerung der in den Tracheen enthaltenen Luft erinnern. Beobachtet man nämlich eine frisch eingefangene Velella oder Porpita, so constatirt man, dass zweimal in der Minute (selten öfter) sehr energisch die dem Wasser zugekehrte, mit den Geschlechtspolypen und dem centralen Magenschlauch besetzte Fläche gegen die Luftkammern gepresst wird. Während dieser durch Contraction der circulär verlaufenden Muskelfasern veranlassten Athembewegung werden gleichzeitig sämmtliche Polypen mit Ausnahme der Tentakeln contrahirt. Letztere werden unabhängig von den genannten Bewegungen entweder insgesammt oder in Gruppen nach abwärts geschlagen. Langsam kehrt dann die untere Scheibenfläche nach der Contraction in ihre Ruhelage zurück und allmählich beginnen die Polypen sich wieder lang auszustrecken, um dann nach Verlauf einer halben Minute wieder rasch contrahirt zu werden. Stundenlang kann man dies anziehende, bisher allerdings von keinem Forscher erwähnte Schauspiel an frisch eingefangenen Velellen und Porpiten beobachten. Der Effect solcher regelmässig wiederholter Athembewegungen liegt auf der Hand: bei der energischen Contraction der Scheibe und der einzelnen Polypen werden die reich verzweigten Tracheenbüschel contrahirt, ihre Luft entweicht in die Kammern und durch deren Stigmata nach Aussen. Bei dem Nachlassen der Contraction strömt neue sauerstoffreichere Luft wieder ein. Der Bau der Kammern, die Ausstattung derselben mit Stigmata und Tracheen und die regelmässigen zur Erneuerung der Luft dienenden Athembewegungen geben mir Veranlassung — so wenig auch diese Ansicht mit den herkömmlichen Vorstellungen harmonirt — in den Velellen und Porpiten luftathmende und zwar durch Tracheen athmende Cölenteraten zu erblicken. Diese Auffassung schliesst durchaus nicht aus, dass gleichzeitig an allen dem Wasser zugekehrten Stellen ein diffusioneller Austausch mit der im Seewasser absorbirten Luft stattfindet, ein Austausch, der ja bei allen luftathmenden Wasserthieren eine Rolle spielt.[1]

---

[1] Diese Erörterungen gelten selbstverständlich nicht für die interessanten vom Challenger in der Tiefsee entdeckten »Discaliden«. Sie repraesentiren gewissermaassen

Gewiss repraesentiren die Velelliden nicht nur die complicirtest gebauten, sondern auch die abweichendsten Physophoriden. Allein es giebt keinen Zug in ihrer Organisation, der nicht, wie ich das früherhin nachdrücklich betonte, seine Erklärung durch allmählich erfolgte Anpassung an die Lebensweise auf der Oberfläche des Meeres fände. Ich glaube die Stellung der Velellen und Porpiten im System richtiger in der Weise zu praecisiren, wenn ich vorschlage, die Ordnung der Physophoriden in zwei Unter-Ordnungen einzutheilen, von denen die eine alle Physophoriden mit ungekammerter, als Gasdrüse fungirender Pneumatophore, umfasst (*Haplophysae*), während die zweite die mit gekammerter Pneumatophore, Stigmen und Tracheen versehenen (zum Theil) luftathmenden Velelliden (*Tracheophysae*) einschliesst.

Was im Übrigen die systematische Eintheilung Häckel's anbelangt, so werde ich im Folgenden noch Gelegenheit nehmen abweichende Anschauungen von untergeordnetem Werth auszusprechen. Mit Befriedigung ersehe ich, dass meine früher in diesen Sitzungsberichten (1882 LII S. 1170) ausgesprochene Ansicht über die nahen verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen Rhizophysen und Physalien, der ich durch Schaffung einer Familie der Pneumatophoriden Ausdruck zu geben suchte, nicht nur von Häckel adoptirt, sondern auch durch eine Fülle der interessantesten Zwischenformen, welche der »Challenger« aus der Tiefsee erbeutete, anschaulich illustrirt wird.

Was nun die eigentliche »Medusen-Theorie« Häckel's anbelangt, welche einen vermittelnden Standpunkt zwischen der Polyorgan-Theorie und der Polyperson-Theorie einnehmen soll, so betrachtet er die Larve der Siphonophoren als eine Meduse mit dislocirten Organen und nimmt an dem ausgebildeten Stocke eine weitgehende secundäre Dislocation der einzelnen Medusenbestandtheile an. Die Ausführungen Häckel's kommen den Anschauungen von Metschnikoff,[1] der ja in gleicher Weise die Siphonophorenlarve deutete und der ebenfalls die ausgebildete Colonie auf eine Sarsie mit stielartig ausgewachsenem knospenden Magen zurückführte, so nahe, dass ich alle die Schwierig-

geschlechtsreif gewordene Disconulen und es steht zu vermuthen, dass bei ihnen ebenso wie bei Jugendstadien von Porpiten und Velellen das Gas abscheidende Ektoderm persistirt. Jedenfalls entbehren sie zum Theil auch der Tracheen, welche erst von der dritten bis vierten concentrischen Luftkammer an auftreten. Möglich ist es, dass sie Jugendstadien von Porpiten repraesentiren, die, wie ich von mehreren Siphonophoren nachwies, mit beginnender Geschlechtsreife an die Oberfläche aufsteigen.

[1] Beiträge zur Kenntniss der Siphonophoren und Medusen. Verhandlungen der Gesellsch. f. Naturkunde (russisch). Moskau, T. VIII, 1870. Ferner: Studien über die Entwickelung der Medusen und Siphonophoren in: Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 24. 1871, S. 65—77.

keiten nochmals betonen müsste, welche LEUCKART[1] und späterhin CLAUS den Ansichten von METSCHNIKOFF und P. E. MÜLLER vorhielten. Auch heute noch, wo wir eine ausreichende Kenntniss der vielgestaltigen Medusen und ihrer Knospungsvorgänge besitzen, fehlt jeglicher Anhalt für Annahme einer Dislocation. So lange nicht der Nachweis geführt wird, dass aus einer einzigen Knospe durch Dislocation Schwimmglocke, Magenschlauch, Fangfaden und Deckstück hervorgehen, so lange nicht die Schwierigkeit beseitigt wird, dass umgekehrt drei bez. vier getrennte, ursprünglich völlig gleiche Knospen, zu der Bildung einer monogastrischen Siphonophore, welche in toto einer Meduse homolog sein soll, zusammentreten, muss ich die Annahme derartiger Dislocationen in Abrede stellen. Im Gegentheil, wenn an den Schwimmglocken der Siphonophoren Rudimente von Fangfäden, Randkörpern und Manubrien auftreten, so sehen wir sie auch stets an den gewohnten Stellen angedeutet. Wie solche Rudimente, die namentlich an den Schwimmglocken der von mir aufgestellten Gattung *Lilyopsis* beobachtet werden, sich mit gleichzeitig vollzogener Dislocation zusammenreimen, ist mir ebenso unerfindlich, als die Annahme HÄCKEL's und METSCHNIKOFF's, dass lediglich den Genitalschwimmglocken und der neuerdings nachgewiesenen »Aurophore« der Werth von Individualitäten zukomme. Gerade die Genitalglocken zeigen so tiefgreifende Rückbildungen, dass sie in Form von Sporosacs selbst WEISMANN zweifeln liessen, ob man es hier mit rückgebildeten Medusen oder Polypen zu thun habe. Nie beobachten wir so weit gehende Reductionen an den Locomotiven, die stets ihr Velum, die feine Subumbrellarmusculatur, den gewohnten Gefässverlauf und in allen Fällen einen Nervenring am Schirmrand aufweisen, den ich in allen Glocken (am deutlichsten ist er bei den *Abyla*-Arten ausgebildet) nachzuweisen vermochte. Zu welchen Inconsequenzen HÄCKEL's Anschauungen führen, mag noch an einem Beispiel illustrirt werden. Bekanntlich giebt es Eudoxien, welche neben der Genitalglocke noch eine des Manubriums entbehrende sterile Specialschwimmglocke besitzen. Letztere repraesentirt nach HÄCKEL eine Medusenperson, wenn er annimmt, dass bei ihr das Manubrium durch Rückbildung ausgefallen ist. Warum fasst man nun die Locomotiven lediglich als Organe auf, während ihnen doch genau dieselben Attribute wie der sterilen Specialglocke zukommen? Ich gebe gern zu, dass man darüber streiten mag, ob wir an der polymorphen Colonie etwa die Deckstücke und Fangfäden als Individuen oder als Organe zu betrachten haben,

---

[1] Bericht über d. wissensch. Leistungen u. s. w. Archiv f. Naturgesch. 40. Jahrg. 1874 II. S. 183—185, 41. Jahrg. II. S. 452—459.

obwohl gerade Häckel Thatsachen anführt (so das Vorkommen einer kleinen Umbrella an den Deckstücken von *Athoria* und *Rhodophysa*), welche erstere Auffassung zu stützen vermögen. Würde sich der Streit nur um die prekäre Grenzbestimmung von Individuum und Organ drehen, so möchte ich ihn an dieser Stelle nicht weiter führen, allein die specielle Form, in welche Häckel seine Ausführungen kleidet und sich gegen kürzlich von mir vertretene Auffassungen wendet, giebt mir Veranlassung genauer seine Darlegungen über das charakteristische Attribut der Physophoriden, nämlich die Pneumatophore, zu prüfen.

Ich freue mich zunächst, dass Häckel meine Ansicht über die Homologie der primären Schwimmglocke der Calycophoriden und der Pneumatophore der Physophoriden adoptirt. Ich glaube durch den Nachweis einer primären Glocke bei den Calycophoriden, welche abgeworfen und durch heteromorphe secundäre ersetzt wird, sowie durch die Homologisirung dieser Schwimmglocke mit einer durch Functionswechsel zur Pneumatophore umgewandelten Meduse einen Schritt weiter gekommen zu sein, soweit es sich um die Erklärung des Auftretens jenes hydrostatischen Apparates handelt. Darüber, dass die Pneumatophore eine umgewandelte Meduse bez. Umbrella repraesentirt, sind sämmtliche Beobachter einig; nur in der speciellen Begründung weichen sie recht wesentlich von einander ab. Metschnikoff sieht bekanntlich in der Pneumatophore einen umgeschlagenen Medusenschirm, dessen Exumbrella sich zu dem inneren mit Luft erfüllten Hohlraum umwandelte. Würde diese Auffassung sich bewahrheiten, so wäre allerdings eine wesentliche Schwierigkeit für die Zurückführung einer Physophoride auf eine knospende Sarsie, nämlich die Dislocation des knospenden Magenstieles, aus dem Wege geräumt. Es würde sich dann nur um eine Erklärung dafür handeln, wieso an der homologen primären Schwimmglocke der Calycophoriden der Magenstiel mit seinen Knospen nicht aus der Subumbrella hervorpendelt, sondern auf die Exumbrella dislocirt erscheint. In keiner Weise vermag jedoch die Entwickelungsgeschichte eine derartige Ansicht zu rechtfertigen. Der ektodermale Knospenkern, vermittelst dessen die Pneumatophore sich anlegt, ist durchaus homolog dem Knospenkern, welcher die Subumbrella aller Medusen und speciell auch der primären Schwimmglocke bei Calycophoriden bildet. Um so mehr bin ich überrascht, dass Häckel kategorisch erklärt: »Diese letztere Auffassung ist nach meiner Überzeugung ganz irrthümlich, die erstere in gewissem Sinne zulässig. Die vergleichende Ontogonie der Siphonophoren scheint mir mit Bestimmtheit darzuthun, dass der Luftsack eine apicale Gasdrüse des Exoderms ist, welche bei der Disconula

der Disconanthen im Scheitel des Schirmes selbst central sich in die Schirmgallerte einsenkt, bei der Siphonula der Siphonanthen hingegen excentrisch neben dem Scheitel«.

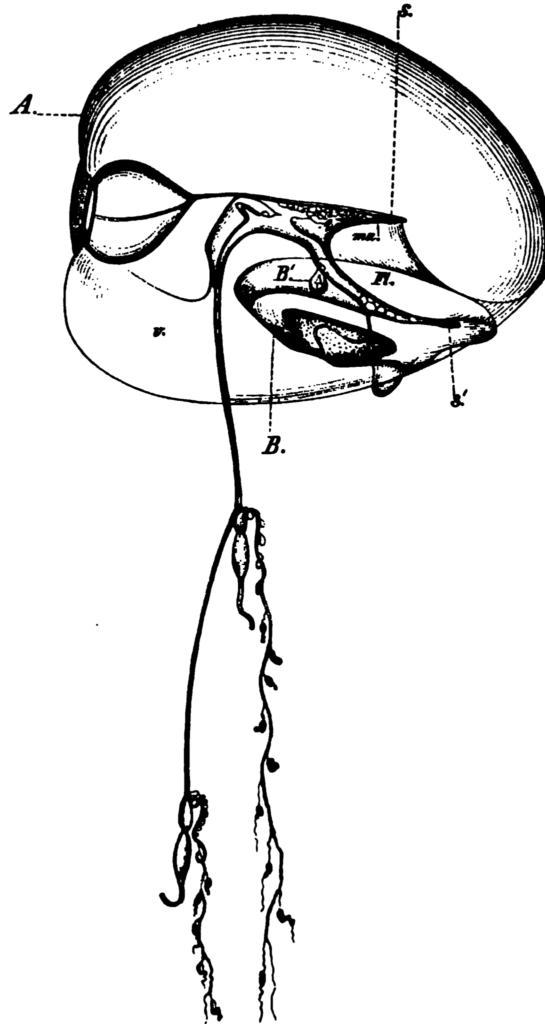
Was zunächst die letztere Bemerkung anbelangt, in der sich das Bestreben einen fundamentalen Unterschied zwischen der Disconula und Siphonula zu statuiren wiederspiegelt, so ist sie durchaus nicht richtig. Bei einfachen Physophoriden, so z. B. bei der Larve von *Halistemma pictum* nimmt, wie METSCHNIKOFF bereits richtig darlegte und wie ich an der canarischen Art zu bestätigen vermag, die Pneumatophore genau am apicalen (aboralen) Pole der Flimmerlarve ihre Entstehung.

Während uns andererseits METSCHNIKOFF keinen Zweifel darüber lässt, wo wir nach seiner Ansicht die Subumbrella der zur Pneumatophore modificirten Meduse zu suchen haben, so vermisst man bei HÄCKEL jegliche Andeutung über einen der Subumbrella homologen Theil der Pneumatophore. Ebensowenig führt er aus der vergleichenden Ontogonie der Siphonophoren irgend eine Thatsache an, die seine Anschauung rechtfertigen könne. Gerade ich habe mich früherhin mit Nachdruck auf die Entwickelungsgeschichte berufen und kann hier nun nochmals betonen, dass die Flimmerlarve von *Halistemma* den gleichaltrigen Larven der Calycophoriden zum Verwechseln ähnlich gestaltet ist. Warum man nun in dem einen Falle zugiebt, dass der ektodermale eingestülpte Knospenkern sich zur Subumbrella der primären Schwimmglocke entwickelt, in dem anderen dagegen einen Theil der Exumbrella aus dem in genau derselben Weise sich einstülpenden Knospenkern hervorgehen lässt, ist mir unerfindlich und widerspricht allen Erfahrungen über die vergleichende Ontogonie der Siphonophoren.

Ich muss gestehen, dass mir die »Medusen-Theorie« HÄCKEL's sowohl ihrer allgemeinen Anlage nach, wie in ihrer speciellen Durchführung als ein nicht glücklicher Versuch erscheint, die sich gegenüberstehenden Anschauungen von HUXLEY, METSCHNIKOFF und P. E. MÜLLER mit den Ansichten von LEUCKART und VOGT, denen zudem früher auch HÄCKEL zustimmte, zu combiniren.

Wenn ich nun zu meinen Darlegungen über die canarischen Siphonophoren übergehe, die freilich im Vergleich zu dem staunenswerth reichen und interessanten Materiale, das HÄCKEL an der Hand der vom Challenger in der Tiefe erbeuteten und von ihm in verschiedenen Meeren beobachteten Siphonophoren vorführt, bescheiden ausfallen müssen, so hoffe ich doch einerseits Formen charakterisiren zu können, welche allgemeines Interesse beanspruchen, andererseits glaube ich auch unsere Kenntnisse von der postembryonalen Entwickelung hie und da erweitert zu haben.

Indem ich zunächst an letztere anknüpfe, so bilde ich hier ein Entwicklungsstadium aus der postembryonalen Entwicklung des *Hippopodius* ab, welches zur Erläuterung für die obigen Bemerkungen



über die heteromorphen primären Schwimmglocken der Calycophoriden dienen mag. Es ist mir gelungen, die postembryonalen Stadien des *Hippopodius*, die ich früher vereinzelt aus grösseren Tiefen des Mittelmeeres beobachtete, in lückenloser Reihe bei Orotava an der Oberfläche zu fischen. Natürlich richtete ich mein Augenmerk besonders auf jene seltenen Stadien, bei denen beide heteromorphe Glocken noch im Zusammenhang sich beobachten lassen. Bei sehr vorsichtiger Behandlung der ungemein zarten und leicht sich trennenden Glocken gelang es dreimal das abgebildete Stadium mit aller Musse bis in

das Detail unter dem Mikroskope zu studiren. Die primäre Glocke des *Hippopodius luteus* (*A*) ist im Ganzen eiförmig gestaltet und weist an dem breiten Pole eine relativ kleine Subumbrella mit Velum, den 4 Gefässen und Ringkanal auf. Der verbindende Gefässkanal nimmt ebenso wie der lang gestreckte und sehr feine Saftbehälter (*s*) einen nahezu horizontalen Verlauf. Die relativ sehr ansehnliche Scheide (*v*) reicht genau bis an den Saftbehälter und erstreckt sich bis zum unteren Rande der Subumbrella. Mit breiter Basis sitzt nun die junge Colonie dem Saftbehälter der primären Glocke an. Was zunächst die zuerst gebildete definitive Hippopodiusglocke (*B*) anbelangt, so zeigt sie durchaus die charakteristische pferdehufähnliche Form. Da ihre eigenthümliche Gestalt ja genügend von früheren Beobachtern beschrieben wurde, so erwähne ich nur, dass das obere durch die Mitte der Subumbrella verlaufende Radiärgefäss bereits die charakteristischen seitlichen Ramificationen aufweisst, die zur Bildung der Gefässplatte mit ihren zahlreichen Anastomosen Veranlassung gibt. Der Saftbehälter (*s'*) läuft in den die Glocken knospenden Stammabschnitt zwischen den seitlichen Flügeln (*Fl.*) der secundären Glocke aus. Die Anlage einer zweiten secundären Glocke (*B'*) in Gestalt einer rundlichen Knospe, an deren Basis eine kleine Verdickung bereits die Bildung einer dritten Glocke andeutet, ist deutlich nachweisbar. Die polsterartige Verdickung des Stammes, welche die Anhaftung an die primäre Glocke bewerkstelligt, besteht aus saftreichen Entodermzellen, denen eine ektodermale, in Gestalt einer Lamelle vorspringende Muskelschicht (*mu*) aufliegt. Bei der leisesten Berührung wird durch die Contraction letzterer die secundäre Glocke in den oberen Abschnitt der Scheide eingezogen. Trennen sich beide Glocken von einander, so beginnt das erwähnte Polster mit der Muskelschicht zu schrumpfen, doch lässt es sich noch längere Zeit an jungen Colonien nachweisen.

Im weiteren Verlaufe trifft man zunächst auf die jüngste Gruppe von Polypen, bestehend aus einem jungen Magenschlauch und einer Fangfadenknospe. Zwei weiter ausgebildete Gruppen, deren Fangfäden bereits die charakteristischen gelbpigmentirten Nesselbatterien aufweisen, pendeln an dem langgestreckten Stamme aus der Scheide hervor.

Ich begnüge mich hier mit der Schilderung dieses charakteristischen Stadiums, da ich demnächst an anderem Orte eine ausführliche Darstellung der postembryonalen Entwickelung des Hippopodius geben werde.

Indem ich nun eine kurze Charakteristik der canarischen Siphonophoren gebe und gleichzeitig gelegentliche Bemerkungen über deren

Jugendstadium einflechte, so bemerke ich, dass ich es nicht billigen kann, wenn Häckel in ausgedehntem Maasse die früheren zum Theil längst eingebürgerten Bezeichnungen der Ordnungen und Familien durch neue, oft nur wenig modificirte und kaum zutreffendere Benennungen (so z. B. die Bezeichnung Calycophoriden und Pneumatophoriden durch Calyconecten und Cystonecten) substituirt.

I. Ordnung: *Calycophoridae* Leuck.

Bekanntlich ist ein Theil der Calycophoriden durch die Fähigkeit ausgezeichnet Eudoxien zu produciren. Häckel ist der Ansicht, dass beide Generationen, die monogastrische (die Eudoxien) und die polygastrische aus praktischen Gründen im System ebenso getrennt und nebeneinander classificirt werden müssen, wie die Hydromedusen und ihre Hydropolypenammen. Ich kann ihm hierin nicht beistimmen. Ein Medusensystem, welches sich lediglich auf die Geschlechtsthiere gründet, hat insofern seine Berechtigung, als eben ein grosser Theil der Medusen sich direct ohne Generationswechsel entwickelt. Immerhin tauchen neuerdings beachtenswerthe Versuche auf, ein einheitliches System der gesammten Hydromedusen unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Polypen und der als Gonophoren sessil bleibenden Medusen aufzustellen. Abgesehen davon, dass der Process der Eudoxienbildung durchaus nicht mit der Knospung der Medusen ohne Weiteres zu parallelisiren ist (selbst in dem Fall nicht, wenn man mit Häckel, P. E. Müller und Metschnikoff einen Theil der Eudoxiencolonie auf dislocirte Organe einer Meduse zurückführen wollte), so giebt es keine Eudoxie, welche in der Art sich direct entwickelt, dass etwa aus dem flimmernden Embryo sofort wieder eine Eudoxie hervorginge. Sämmtliche sogenannte monogastrische Colonien vermögen wir nach der Entdeckung von Sars, Leuckart, Vogt und Gegenbaur als Abkömmlinge polygastrischer Siphonophoren nachzuweisen. Der Versuch, ein eigenes System der Eudoxien aufzustellen, führt dazu, dass die Familien der letzteren als gleichwerthige Kategorieen neben den Familien der Muttercolonieen aufgeführt werden. Im Grunde genommen laufen in dem System Häckel's drei Systeme der Calycophoriden parallel, von denen das eine auf die frei gewordenen Eudoxien, das zweite auf die Schwimmglocken der zugehörigen Muttercolonieen und das dritte auf jene Calycophoriden gegründet ist, bei denen die Eudoxien sessil bleiben. Es führt ein solcher Versuch zu der weiteren

Inconsequenz, dass nur in den einzelnen Familien der Eudoxien, die nach Gestalt der Deckschuppe, der Genital- und Specialglocken charakterisirt werden, Eudoxien vereinigt sind, die theils von Monophyiden, theils von Diphyiden abstammen. Da zudem nahe verwandte Arten in dem einen Falle frei werdende, in dem anderen sessil bleibende Eudoxien aufweisen, so ziehe ich es vor, eine unnöthige Complication des Systems zu vermeiden und die Eudoxien bei ihren Muttercolonien abzuhandeln.

1. Familie: *Monophyidae* Claus.

Huxley hat zuerst eine Monophyide unter dem Namen *Sphaeronectes* beschrieben und kenntlich abgebildet. Dieselbe trägt durchaus die Charaktere der späterhin von Claus als *Monophyes gracilis* genauer studirten Form. Ich möchte daher vorschlagen, jene Arten, welche durch eine langgestreckte, röhrenförmige, bis zur Mitte der Umbrella verlaufende Scheide charakterisirt sind, der Gattung *Sphaeronectes* zuzuweisen, dagegen jene Arten, welche durch eine kurze trichterförmige, nur bis zu den seitlichen Wandungen der Subumbrella reichende Scheide (nach dem Typus von *Monophyes irregularis* Claus) ausgezeichnet sind, den Gattungsnamen *Monophyes* zu belassen.

Häckel theilt die Monophyiden in zwei Unterfamilien: *Sphaeronectidae* und *Cymbonectidae*, ein. Ich adoptire diese Eintheilung schon aus dem Grunde, weil wir bisher keinen Anlass für Annahme einer primären heteromorphen Schwimmglocke für die Sphaeronectiden haben, während ich für die mit kantigen Glocken versehenen Cymbonectiden in diesen Sitzungsberichten (1882. 2. Hlbbd. S. 1155) den Nachweis einer primären Glocke bei *Muggiaea* erbrachte. Ich möchte immerhin betonen, dass die Form der abgerundeten, mützenförmigen Glocken der Sphaeronectiden in der Entwickelung der Calycophoriden recapitulirt wird.

I. Subfamilie: *Sphaeronectidae* Hxly.

1. *Monophyes brevitruncata* n. sp. Umbrella dünnwandig, Ölbehälter relativ gross, fast senkrecht aufsteigend. Stamm verkürzt, ausser den unausgebildeten Knospen am Anfangstheil nur zwei Anhangsgruppen (Cormidien Häckel) aufweisend. Letztere werden als Diplophysen frei, welche jenen von *M. irregularis* ähnlich sehen. Sie unterscheiden sich von diesen durch das relativ kleinere Deckstück, das von einem ansehnlichen, bis nahe zur Kuppe des Deckstückes reichenden Ölbehälter durchzogen wird. Die Genitalschwimmglocke ist sehr gross, dünnwandig und weist an ihrer Basis die Anlage für

zwei Reserveglocken auf. Ich nenne sie *Diplophysa codonella*. Einmal beobachtete ich eine vollständig ausgebildete Diplophysengruppe am Ende des Stammes: ein Beweis, dass die Gruppen erst spät sich trennen und dass der Stamm stets auffällig kurz bleibt.

Monophyes brevitruncata erschien sehr vereinzelt nebst den zugehörigen Gruppen im Laufe des Winters und des Frühjahrs.

2. *Monophyes irregularis* Claus.

3. *Sphaeronectes gracilis* Claus (*Köllikeri*? Huxl.). Die beiden zuletzt genannten Monophyiden zeigten sich häufiger als *M. brevitruncata* nebst den zugehörigen Diplophysen (*D. inermis* und *truncata*) von September bis April.

II. Subfamilie: *Cymbonectidae* Häckl.

Doramasia n. g. Schwimmglocke diphyidenähnlich, schlank mit lang röhrenförmig ausgezogener Kuppe der Subumbrella. Eudoxien mit steriler Specialschwimmglocke (*Ersaea Bojani* Eschsch.).

4. *Doramasia picta* n. sp. Scheide (Hydroecium) langgezogen, trichterförmig. Ölbehälter lang, bis zur röhrenförmigen Einschnürung der Subumbrella ragend. Stamm kurz, mit nur zwei Anhangsgruppen. Die Eudoxien entwickeln sich zu der *Ersaea Bojani* Eschsch. (*Eudoxia Bojani* Huxl.).

Die *Doramasia* repraesentirt eine ungemein zierliche Monophyide, welche sofort durch ihre prächtige Färbung auffällt. Die Ventralseite der Subumbrella mit ihrem röhrenförmigen Abschnitt ist nämlich intensiv orange oder hochgelb gefärbt. Grössere orange Flecken treten auch an dem dorsalen und ventralen Schirmrand auf und zudem ist sehr häufig der Magenpolyp der ältesten Gruppe intensiv orange pigmentirt. Constant ist die unterste ventrale Zelle des Saftbehälters smaragdgrün (bei durchfallendem Lichte in der complementären rosa Färbung schillernd) gezeichnet. Häufig tritt an der Einmündung des dorsalen Umbrellargefässes in den Ringkanal eine aus zahlreichen Ramificationen und Anastomosen gebildete Gefässplatte auf, die ebenfalls grünlich schillert.

Der stricte Nachweis, dass eine mit nur einer einzigen Schwimmglocke ausgestattete Siphonophore thatsächlich zu den Monophyiden gehört, kann nach meinen früheren Darlegungen nur dadurch geführt werden, dass der Mangel einer zweiten Glockenanlage an der Basis des Stammes geführt wird. Ich habe zu den verschiedensten Zeiten die *Doramasia* in nahezu 40 Exemplaren darauf hin geprüft und habe oft mehrere Tage hindurch ein und dasselbe Individuum gezüchtet

und genauer beobachtet, ohne dass eine Spur einer zweiten Glockenanlage wahrzunehmen war.

Wenn Häckel in seiner tabellarischen Übersicht die *Ersaea Bojani* als Abkömmling von *Diphyes dispar* Cham. betrachtet, so kann er sich nur auf Vermuthungen stützen, die sich nicht bewahrheiten. Ich habe die *Ersaea Bojani* mit ihrem charakteristischen breitgezogenen Ölbehälter in dem schildförmigen Deckstück in allen Entwickelungsstadien noch am Stamme der *Doramasia* festsitzend verfolgt. Erwähnen will ich noch, dass die *Ersaea Bojani*, welche oft 4—5 kleine Genitalglocken in verschiedener Reife gleichzeitig aufweist, diöcisch ist. Die männlichen Glocken zeigen bei völliger Reife ein schwach röthliches, fast die ganze Subumbrellarhöhle ausfüllendes Manubrium.

Doramasia picta wird 6—10^{mm} gross und erschien ziemlich häufig während der ganzen Zeit meines Aufenthalts. In ihr mag der Name des canarischen Nationalhelden Doramas fortleben.

5. *Muggiaea Kochii* Chun. Erschien vereinzelt während der Wintermonate nebst den zugehörigen Eudoxien: *Ersaea pyramidalis* Will (*Eudoxia Eschscholtzii* Busch).

Halopyramis n. g. Schwimmglocke bildet eine breite vierseitige tetragonale Pyramide. Hydröcium trichterförmig mit vorstehendem gezähneltem Rand. Ölbehälter sehr gross, in der Axe der Pyramide gelegen. Subumbrella excentrisch. Stamm verkürzt, nicht vorstreckbar. Eudoxien ohne Specialschwimmglocke, als Cuboides frei werdend.

6. *Halopyramis adamantina* n. sp. Die Basis der Pyramide ist achteckig, insofern im unteren Drittel an die vier weit vorstehenden Ecken sich je zwei Kanten ansetzen, welche zickzackförmig schräg abwärts laufend in 4 unteren Ecken zusammenstossen, die mit den 4 oberen alterniren. Der grosse central gelegene spindelförmige Ölbehälter ist an der Basalseite mit sehr ansehnlichen Saftzellen ausgestattet. Stamm verkürzt, scheibenförmig, mit zahlreichen Knospengruppen besetzt. Die als *Cuboides adamantina* m. frei werdenden Eudoxien wachsen zu ansehnlicher Grösse heran, sind monöcisch und weisen meist gleichzeitig zwei Genitalglocken und mehrere (bis zu 3) Reserveglockenanlagen auf.

Halopyramis adamantina ist eine der merkwürdigsten canarischen Formen nicht nur wegen ihrer originellen Gestalt, vollendeten Durchsichtigkeit und relativ ansehnlichen Grösse (die Glocke erreicht eine Höhe und Breite von 15^{mm}), sondern auch wegen der Verkürzung des Stammes. Nie sah ich, dass derselbe ausgestreckt wurde; auch nicht an Exemplaren, die zwei Tage lang ruhig in Gläsern gehalten wurden. Man kann auch keine Windungen an demselben erkennen, obwohl ein Einblick wegen der dichtgedrängten Gruppen mit ihren

orange gefärbten Batterien schwierig ist. Auf eine ähnliche Umbildung des Stammes zu einer scheibenförmigen Platte werde ich noch bei einer Diphyide aufmerksam zu machen haben. Die Gattung *Halopyramis* steht jedenfalls der Gattung *Cymba*, unter der Eschscholtz freilich sehr verschiedenartige Wesen vereinigte, nahe. Möglich ist es, dass *Cymba enneagonum* (*Enneagonum hyalinum* Quoy und Gaimard[1]), das so vielfach unrichtig beurtheilt wurde, verwandt, wenn nicht identisch, mit *Halopyramis adamantina* ist. Quoy und Gaimard schreiben ihm allerdings eine kleine untere Glocke zu und stellten es daher späterhin zu Diphyes, allein es ist denkbar, dass hier eine Verwechselung mit einer schon weit ausgebildeten Genitalschwimmglocke einer Eudoxia vorliegt.

Halopyramis ist vollkommen durchsichtig; bei grösseren Exemplaren sind die 8 Ecken und der Schirmrand der Glocke gelblich gefärbt; bisweilen treten gelbliche Flecke auch an der Subumbrella auf. Der ovale Öltropfen glänzt ebenso wie derjenige in dem Deckstück des *Cuboides* orangefarben. Die Polypen schillern unterhalb des Nesselwulstes smaragdgrün.

Cuboides adamantina repraesentirt eine der prächtigsten und grössten Eudoxien. Das würfelförmige Deckstück mit seinen flügelförmig ausgezogenen Kanten und concaven Seitenflächen wird 10^{mm} gross; ebenso lang sind die älteren Genitalglocken. Der gelblich gefärbte Ölbehälter lässt mit blossem Auge die auf der Ventralseite der lateralen Aussackungen auftretenden Saftzellen erkennen. *Cuboides vitreus* Huxley sieht ihm ähnlich, ist jedoch durch die kürzere Dorsalfläche des Deckstückes (die bei *C. adamantina* lang ausgezogen ist) unterschieden. Begünstigt durch die Grösse und Durchsichtigkeit vermochte ich manche feineren histologischen Details, auf die ich hier nicht eingehe, besser als bei irgend einer anderen Eudoxie verfolgen.

Halopyramis und das zugehörige *Cuboides* erschienen vereinzelt und selten während des Januar und Februar.

Aus der hier gegebenen Übersicht der Canarischen Monophyiden geht hervor, dass ihre Eudoxien auffällig von einander verschieden sind. Sie gehören den beiden von Häckel unterschiedenen Familien der Eudoxiden und Eusäiden mit den Unterfamilien der Diplophysiden und Aglaismiden an. Ich erwähne dieses Umstandes nur, um zu zeigen, wie misslich es ist, die Abkömmlinge einer gut charakterisirten Familie gleichzeitig im System als Vertreter gleichwerthiger Familien aufzuführen.

[1] Voyage de l'Astrolabe. Zool. Zoophytes. Taf. 5 Fig. 1—6 Bd. IV p. 100 Annales des Sciences nat. Bd. 10. 1827. p. 18. Taf. 2 D. Fig. 1—6.

2. Familie: *Diphyidae* Eschsch.

I. Subfamilie: *Epibulidae* Hkl.

Die Gattung *Epibulia* characterisirt Häckel durch den Mangel eines Hydroeciums. Da immerhin Andeutungen eines solchen durch die flügelförmig vorgezogenen ventralen Kanten der unteren Schwimmglocke gegeben sind, und andererseits *Diphyes subtilis* eines Hydroeciums an der oberen Glocke entbehrt, so möchte ich als weiteres Unterscheidungsmerkmal von *Diphyes* die Reife der Geschlechtsproducte am Stamme und den Mangel einer Eudoxienbildung hervorheben. Zwar lösen sich bei einer frisch eingefangenen *Epibulia aurantiaca* die Eudoxiengruppen rasch ab, aber man trifft diese mit bereits reifem Sperma und reifen Eiern versehenen Gruppen nie flottirend im Meere. Damit stimmt es denn auch, dass (wenigstens bei den von mir hierauf untersuchten canarischen Formen) Reservegenitalglocken nicht auftreten.

7. *Epibulia inflata* n. sp. Umbrellargallerte beider Glocken dünnwandig. Subumbrella der oberen Glocke bauchig ausgeweitet. Ölbehälter relativ gross ($^1/_3$ bis halb so lang wie die Subumbrella), eiförmig und an der Ventralseite mit grossen Saftzellen ausgestattet. Ventrale Flügel der unteren Glocke wohl entwickelt. Gefässverlauf einfach, wie in den Diphyidenglocken; Schirmrand beider Glocken glatt, ohne vorstehende flügelförmige Kanten, Stamm kurz, monöcisch. Die letzten Anhangsgruppen verlieren Deckstück, Magenschlauch und Fangfaden, so dass nur die Genitalglocke am Stamme restirt.

Epibulia inflata ist eine kleine, 10^{mm} messende, leicht kenntliche Diphyide, welche sehr vereinzelt in wenigen Exemplaren während des Winters erschien. Beide Subumbrellen besitzen einen zart rosa Anflug; nur einmal fand ich sie mit orangen Flecken ausgestattet.

8. *Epibulia monoica* n. sp. Schwimmglocken und Gefässverlauf auf der Subumbrella jenen der *E. aurantiana* ähnelnd; nur fehlen die Ausbuchtungen der Subumbrella an der unteren Schwimmglocke, auch ist der Saftbehälter auffällig klein. Stamm monöcisch; zwischen je 4—6 männlichen Gruppen steht eine weibliche. An den letzten Anhangsgruppen werden zuerst Magenschlauch und Fangfaden, späterhin das Deckstück rudimentär.

Epibulia monoica ist eine sehr charakteristische canarische Form, an der ich speciell die eigenthümliche Rückbildung der Eudoxiengruppen genauer verfolgen konnte. Gewöhnlich trifft man bei älteren Exemplaren vier bis sechs Genitalglocken am Stammende, denen die Rudimente der geschrumpften Eudoxienbestandtheile anhängen. Die reifen Hoden sind rosa gefärbt und erfüllen ebenso wie die reifen Ova-

rien fast den ganzen Subumbrellarraum. Mit *Epibulia aurantiaca* hat die in Rede stehende Art nicht nur die Windungen der Gefässe, sondern auch die Commissur zwischen den lateralen und dem ventralen Gefässstamm in der oberen Glocke gemein. Sie unterscheidet sich von ihr ausser den oben hervorgehobenen Merkmalen durch die abweichende Bildung der sogenannten Verschlussklappen am Schirmrande. Von den beiden durch SARS[1] beschriebenen Arten: *E. truncata* und *E. biloba* sowie von *E. Sarsii* GEGENBAUR[2] ist sie durch die geringe Grösse des Saftbehälters und complicirte Bildung des Schirmrandes verschieden.

Die Magenschläuche sind sehr schlank mit lang gezogenem Nesselwulst und hellbraun gefärbtem mittleren Magenabschnitt. Die kleinen Nesselbatterien sind ungefärbt. *Epibulia monoica* erreicht eine Länge von 28mm; am grössten Exemplare war die untere Glocke doppelt so lang wie die obere. Sie erschien in wenigen Exemplaren im Januar und März.

9. *Epibulia aurantiaca var. Canariensis.* Ich beobachtete eine der *Epibulia aurantiaca* nahe stehende und wie diese diöcische Art nur zweimal im März. Sie zeigte die Ausbuchtungen der Subumbrella an den unteren Glocken weniger auffällig entwickelt und wies in der Ausbildung der am Schirmrand vorspringenden Zähne einige Abweichungen auf. Da es sich jedoch wahrscheinlich nur um geringfügige Unterschiede handelt, so betrachte ich einstweilen die canarische Form als Varietät der *E. aurantiaca*.

10. *Diphyes subtilis* CHUN. *D. subtilis* vermittelt den Übergang zwischen der Gattung *Epibulia* und *Diphyes*. Es entbehrt eines Hydröciums und besitzt ebenso wie die ächten Epibulien flügelförmig ausgezogene Kanten an der unteren Glocke, hat aber mit den Diphyiden die Bildung sich loslösender Eudoxien mit Reservegenitalglocken gemein. Wie ich in diesen Sitzungsberichten (1886. XXXVIII) nachwies, so repraesentirt *Ersaea elongata* WILL. die zu *D. subtilis* gehörige Eudoxie.

Sie erschien vereinzelt und nicht so häufig wie im Mittelmeere während des ganzen Winters.

11. *Diphyes bipartita* COSTA. Die gemeine Diphyide des Mittelmeeres (*Diphyes Sieboldii* KÖLL., *D. gracilis* GGBR., *D. acuminata* LCKT.) ist sowohl in der Tiefe, wie an der Oberfläche des Atlantischen Oceans häufig und erschien nebst den zugehörigen Eudoxien (*Eudoxia campanula* LCKT.) während des ganzen Winters.

12. *Diphyes serrata* n. sp. Schwimmglocken schlanker als diejenigen von *D. bipartita*, mit kräftigen vorspringenden Zähnen am

[1] Fauna littoralis Norvegiae I. 1846, p. 41—46, Taf. 7.
[2] Nova Acta A. C. Leopoldinae. Bd. XXVII. 1859, p. 372, Taf. 29, Fig. 30.

Schirmrande. Kanten an der Kuppe der oberen Schwimmglocke flügelförmig vorgezogen. Eudoxien ähnlich der *Eud. campanula*, mit sehr schlankem, langem Deckstück.

Diphyes serrata erschien häufig während des ganzen Winters. Ihre Eudoxien (*Eudoxia serrata* m.) sind durch das schlanke, einer Pfeilspitze gleichende Deckstück leicht kenntlich. Sie werden ziemlich gross (bis zu 8^{mm}) und besitzen schwefelgelbe Nesselbatterien.

13. *Diphyopsis campanulifera* Quoy und Gaimard. Die schöne und grosse *D. campanulifera* ist die gemeinste an den Canaren und offenbar im ganzen Atlantischen Ocean auftretende Diphyide. Sie erschien von Ende October an regelmässig; in gewaltigen Schwärmen beobachtete ich sie in den grösseren Strömungen bei einer Überfahrt von Teneriffa nach Palma im März. Es ist möglich, dass mit ihr *Diphyes dispar* Cham. und Eysenh.[1] identisch ist; unter letzterem Namen ist sie auch von Huxley eingehend beschrieben worden. Immerhin gab mir eine genauere Untersuchung noch manche Aufschlüsse über den Wechsel der Schwimmglocken und über das Auftreten einer grossen, aus zahlreichen Anastomosen bestehenden Gefässplatte am unteren ventralen Abschnitt der Schwimmglocken. Ihre Eudoxiengruppen entwickeln sich zu der mit einer sterilen Specialschwimmglocke ausgestatteten *Eudoxia Lessonii* Huxl.,[2] welche mit der unter gleichem Namen von Eschscholtz[3] beschriebenen Eudoxie identisch sein dürfte. Ich brauche wohl kaum hervorzuheben, dass das reichlich zufliessende Material mir Gelegenheit bot, die Entwickelung der Eudoxiengruppen am Stamme bis zu ihrer Loslösung in allen Phasen zu verfolgen. *Eudoxia Lessonii* ist, wie alle Eudoxien der Gattung *Diphyes* diöcisch. Gewöhnlich traf ich an älteren Eudoxien eine reife Genitalglocke nebst einer zweiten kleineren und zwei Knospenanlagen für eine dritte und vierte Glocke an. Die Specialschwimmglocke, zu der sich die am Stamme zuerst angelegte Glockenknospe entwickelt, persistirt und wird nicht durch sterile Reserveglocken verdrängt.

Häckel kann sich nur auf Vermuthungen stützen, wenn er die *Eudoxia* (*Cucullus*) *Lessonii* als Abkömmling der von Eschscholtz unzulänglich beschriebenen *Diphyes appendiculata* betrachtet.

Alte Exemplare der *D. campanulifera* besassen eine schwefelgelb gefärbte Subumbrella an beiden Glocken. Gewöhnlich schillert die mit gelben Flecken versehene Specialschwimmglocke der *Eudoxia Lessonii* zart smaragdgrün.

[1] Chamisso und Eysenhardt. De animalibus quibusd. e classe vermium, Nova Acta Acad. Caes. Leopoldinae. Bd. X. 1822. p. 365 Taf. XXXII Fig. 4.
[2] Huxley: The Oceanic Hydrozoa. p. 57 Taf. III Fig. 6.
[3] Eschscholtz: System d. Akalephen. S. 126 Taf. 12 Fig. 2.

II. Subfamilie: *Abylidae* Ag.

Ausser den von Agassiz und Häckel angegebenen Charakteren dürfte als charakteristisch für die Abyliden betont werden, dass ihre Eudoxien im Gegensatz zu jenen der Epibuliden monöcisch sind.

14. *Abyla trigona* Quoy und Gaimard. Von Mitte December an erschien *Abyla trigona*, anfänglich in vereinzelten Exemplaren, späterhin (Ende Februar und März) in grossen Schwärmen. Dass ihre Anhangsgruppen sich zu der *Amphirrhoa alata* Lesueur, die ich für identisch mit der *Eudoxia trigona* Ggbr. halte, entwickeln, vermuthete richtig Huxley und wies Gegenbaur (a. a. O. S. 347) nach. Die *Amphirrhoa* traf ich bereits im October an.

15. *Bassia perforata* (*Bassia quadrilatera* (?) Quoy und Gaimard, *Abyla Bassensis* Hxly., *Abyla perforata* Ggbr.). Die vorstehende Art, welche unzweifelhaft von Quoy und Gaimard entdeckt und von ihnen späterhin als *Diphyes Bassensis* abgebildet wurde,[1] ist eine sehr häufige Form, die während des ganzen Winters an den Canaren erschien. Sie steigt in die Tiefe herab, da ich im Schliessnetz aus 500^{m} ein Exemplar vorfand. Huxley vermuthet richtig, dass die Eudoxiengruppen der *Bassia* sich zu *Sphenoides Australis* Huxl. entwickeln. Durch directe Beobachtung kann ich diese Vermuthung bestätigen.

16. *Abylopsis*[2] *quincunx* n. sp. Es ist auffällig, dass alle Beobachter bis jetzt die beiden häufigsten *Abyla*-Arten, nämlich die mediterrane *Abyla pentagona* und die stets viel kleinere atlantische Art miteinander verwechselten. Die atlantische Form mit ihrem charakteristischen halsartig vorgezogenen Hydroecium ist leicht von der *Abyla pentagona* des Mittelmeeres, bei welcher die obere kleine Glocke mit breiter Basis der unteren aufsitzt, zu unterscheiden. Die atlantische Art hat Huxley als *Abyla pentagona* sehr kenntlich beschrieben und abgebildet (a. a. O. S. 40 Taf. II Fig. 2). Da Quoy und Gaimard unter dem Namen *Calpe pentagona* die mediterrane Form abbilden, so gebe ich der atlantischen den Namen *Abylopsis quincunx*.

Ihre Eudoxiengruppen entwickeln sich, wie ich eingehend verfolgen konnte, zu *Aglaismoides Eschscholtzii* Huxl. Letztere ist durch die Gestalt des Deckstückes von der zu *A. pentagona* gehörigen *Eudoxia cuboides* Leuckt. verschieden.

17. *Ceratocymba spectabilis* n. sp. Als *Ceratocymba* beschreibe ich die einzige Eudoxie, deren Abstammung von einer bisher be-

---

[1] Voyage de l'Astrolabe. Zoophytes. Taf. 4 Fig. 18.

[2] Da der Gattungsname *Calpe* Quoy und Gaimard schon 1825 für einen Schmetterling von Treitschke vergeben wurde, so schlage ich vor, ihn durch *Abylopsis* zu ersetzen. In der Fassung der Gattung folge ich im Übrigen Häckel.

kannten *Abyla* ich nicht nachzuweisen vermag. Ich bedaure um so mehr, dass die polygastrische zugehörige Colonie nicht erschien, als sie jedenfalls eine sehr ausgezeichnete Form sein muss. Denn die prachtvolle *Ceratocymba* repraesentirt bei einer Länge von nicht weniger den 23^{mm} die grösste aller bekannten Eudoxien. Sie erreicht demnach die Länge einer erwachsenen *Abyla trigona* bez. *Abylopsis pentagona*.

Das grosse Deckstück gleicht einer Sturmhaube mit zwei seitlich vorspringenden dreikantigen Hörnern. Der auffällig grosse Ölbehälter ist einem Fragezeichen ähnlich (S) gebogen und läuft an seiner Spitze in zwei sehr lange, schräg aufwärts in die kantigen Vorsprünge des Deckstückes ziehende Canäle aus. Die Dorsalseite des Ölbehälters ist mit besonders grossen, schon dem unbewaffneten Auge auffallenden Saftzellen belegt. Magenpolyp und Fangfaden zeigen den gewöhnlichen Bau; die langen orange gefärbten Batterieen sind mit einem besonders kräftigen tauartig aufgewundenen elastischen Band ausgestattet.

Die Genitalschwimmglocken sind stets in der Zweizahl vorhanden, und zwar ist die eine männlich, die andere weiblich entwickelt — ein Verhalten, das ich ja schon früherhin als charakteristisch für die Eudoxien der Abyliden hervorhob. Auffällig klein ist das mit Geschlechtsproducten erfüllte Manubrium im Verhältniss zu den enorm grossen Glocken. Letztere messen nämlich nahezu 2^{cm}; die Länge der Subumbrellarhöhle beträgt bei der grösseren Glocke 13^{mm}. Ihre vier Kanten sind flügelförmig vorgezogen und laufen am Schirmrand in zahnförmig vorspringende Ecken aus, von denen eine besonders lang entwickelt ist. Zwei bis drei Reservegenitalglocken in verschiedenen Entwickelungsstadien konnte ich stets beobachten. Ihr Geschlecht wechselt ganz regelmässig alternirend; wenn also die grösste Glocke der Eudoxie männlich ist, so ist die gleichzeitig auftretende etwas kleinere weiblich; auf diese folgt eine männliche Reserveglocke und dann wiederum eine kleine Knospe, die immerhin schon im Manubrium die Anlage der Eier aufweist.

Ceratocymba spectabilis erschien selten und vereinzelt von Januar bis März. Sehr eigenthümlich verhält sich das Deckstück bei stärkerer Berührung, insofern auf einen Reiz hin zuerst in der Umgebung der beiden hornförmigen Canäle des Ölbehälters und späterhin auch von den Ecken beginnend in der gesammten Gallerte eine weissliche Trübung auftritt. Dieselbe beruht auf dem Erscheinen ausserordentlich feiner Körnchen, die wieder (nach etwa einer halben Stunde) verschwinden, wenn die Eudoxie der Ruhe überlassen wird. Die eigenthümliche Trübung erinnert an eine analoge Erscheinung bei *Hippo-*

podius, nur dass hier die auf einen Reiz erfolgende und später verschwindende milchige Färbung an die Ektodermzellen der Schwimmglocken gebunden ist. In gewissem Sinne muss selbst die structurlose Gallerte des Deckstückes einem Reize zugänglich sein, wie das allmähliche Auftauchen und ebenso langsame Verschwinden einer ziemlich intensiven Trübung beweist.

Offenbar ist mit der hier beschriebenen *Ceratocymba* eine Eudoxie verwandt, welche Quoy und Gaimard[1] als *Cymba sagittata* aus der Meerenge von Gibraltar beschreiben. Jedenfalls repraesentirt die Gattung *Cymba* eine Eudoxie und nicht eine Monophyide, in welch' letzterem Sinne der Gattungsname von Häckel verwerthet wird. Da übrigens schon 1826 der Name *Cymba* für ein Mollusk vergeben wurde, so ist er einzuziehen.

Die hier aufgeführten Abyliden liefern ausgezeichnete Objecte für das Studium feinerer histologischer Structurverhältnisse. Ausser der prächtig entwickelten quergestreiften Subumbrellarmusculatur geben die Entodermzellen der Schwimmglockengefässe, namentlich an jenen Stellen, wo anastomisirende Gefässplatten auftreten, geradezu classische Objecte für das Studium einer ohne Karyokinese erfolgenden directen Kerntheilung ab. Oft sind die Entodermzellen mit einer ganzen Brut von Kernen erfüllt, die durch Abschnürung bez. durch Zerfall eines bisweilen sonderbar wurstförmig gestalteten oder ramificirten grossen Kernes entstanden. Dass ich bei den *Abyla*-Arten auch einen aus langgezogenen bipolaren Spindelzellen bestehenden Nervenring am Schirmrande auffand, wurde bereits hervorgehoben.

III. Subfamilie: *Amphicaryonidae* Chun.

Schwimmglocken mit abgerundeter Exumbrella, Stamm zu einer Scheibe umgebildet. Die Knospengruppen werden als diplophysenähnliche Eudoxien frei.

Amphicaryon. n. gen. Schwimmglocken von ungleicher Grösse; Ölbehälter des mützenförmigen Deckstückes mit zwei langen seitlichen Kanälen.

18. *Amphicaryon acaule* n. sp. Schwimmglocken an jugendlichen Exemplaren von nahezu gleicher Grösse; bei älteren Exemplaren umfasst die grössere Glocke vermittels zweier seitlicher Flügel völlig die kleinere. Letztere besitzt einen auf- und einen absteigenden Saftkanal, erstere nur einen aufsteigenden Stamm zu einer Scheibe reducirt, an welcher die ersten Gruppen ventral, die späteren auch seitlich hervorknospen. Sie werden als diplophysenähnliche Eudoxien ohne

[1] Annales des Scienc. nat. Bd. 10. 1827. p. 16 Taf. 2 C. Fig. 1—9.

Specialschwimmglocke frei, die ich *Diplodoxia acaulis* benenne. Das abgerundete mützenförmige Deckstück besitzt eine tiefe Ventral-Fissur. Der rundliche Ölbehälter ist relativ klein, dagegen sind die beiden von demselben schräg abwärts steigenden Kanäle ziemlich lang. Die Magenschläuche sind relativ dünnwandig; vor der Loslösung der Eudoxie sitzen sie meist halbkreisförmig gebogen dem scheibenförmigen Stamme an. Die Fangfäden sind zart gelblich gefärbt; an den kleinen Batterien fallen jederseits 5 grössere stark lichtbrechende Nesselkapseln auf. Der Angelfaden ist meist intensiv orange pigmentirt. Die Genitalschwimmglocken lassen auf der Ventralseite eine von flügelförmigen Ausläufern begrenzte Rinne erkennen.

Amphicaryon acaule erschien von December an vereinzelt bis zum April; die zugehörigen Eudoxien beobachtete ich bereits im October. Bei älteren Exemplaren war die kleinere Glocke schüsselförmig abgeplattet und in die grössere eingesenkt. Die Subumbrella der kleinen Glocke wird an alten Formen so klein, dass sie leicht übersehen werden kann.

Amphicaryon wird 15^{mm} lang und repraesentirt nicht nur durch die eigenthümliche Gestalt ihrer Glocken, sondern vor Allem durch die Rückbildung des Stammes eine der bemerkenswerthesten canarischen Siphonophoren. Mit den bisher erwähnten Diphyiden hat sie die Bildung von Eudoxien gemein, während sie durch die abgerundete Form der Glocken den Übergang zu den Prayiden vermittelt.

IV. Subfamilie: *Prayidae* Köll.

19. *Praya maxima* Ggbr. Erschien weit seltener als im Mittelmeer in völlig geschlechtsreifen Exemplaren während des Februar. An manchen Gruppen waren gleichzeitig zwei reife männliche bez. weibliche Genitalglocken ausgebildet.

20. *Lilyopsis diphyes* Vogt. Wurde nur einmal im Anfang October beobachtet.

3. Familie: *Stephanophyidae* Chun.

Calycophoriden mit vier kranzförmig in einer Ebene gelagerten Schwimmglocken und mit heteromorphen Fangfäden.

Stephanophyes n. gen. Schwimmglocken mit vielfach dichotom getheiltem Ölbehälter. Stamm monöcisch. Anhangsgruppen jenen der Gattung *Lilyopsis* ähnlich gebaut, sessil bleibend. In den Internodien sitzen heteromorphe Fangfäden mit kleinen eichelförmigen Batterien ohne Angelfaden.

21. *Stephanophyes superba* n. sp. Schwimmglocken gleich gestaltet, jenen der Gattung *Lilyopsis* ähnelnd, mit vielfach dichotom getheilten, knopfförmig angeschwollenen Saftgefässen und grossem Schwimmsack. Zahlreiche Reserveschwimmglocken am Anfang des Stammes vorhanden. Die seitlichen Subumbrellargefässe in arabeskenähnlichen Windungen verlaufend.

Magenpolypen durchsichtig, lang gestielt mit langem Vormagen. An der Grenze von Stiel und Vormagen entspringt der Haupttentakel mit spiral aufgerollten durchsichtigen, bläulich schillernden grossen Batterieen. Die älteren sind zart roth gefärbt; alle mit langem Angelfaden versehen. An der Basis der Batterieen ein schwarzer Pigmentfleck.

Specialschwimmglocken entstehen an der Basis der Magenstiele neben dem Stamm und rücken später proximal von letzteren ab. Ihr Stammgefäss treibt einen dorsalen und einen centralen Schenkel; die seitlichen Subumbrellargefässe mit gewundenem Verlauf. Auf der Ventralseite ist die Gallerte breit flügelförmig vorgezogen.

Die Geschlechtsgemmen sitzen traubenförmig (zu 6—7) an der Basis der Magenstiele. Männliche und weibliche Gruppen alterniren an demselben Stamme; oft folgen 2—3 männliche bez. weibliche Gruppen aufeinander. Ältere männliche Gemmen gestielt mit kleiner Umbrella und ausserordentlich langem fleischrothem Manubrium; jüngere mit umgekrempelter Umbrella. Weibliche Gemmen mit kleiner Schwimmglocke und kugeligem Manubrium, das nur 3—4 ausserordentlich grosse und durchsichtige Eier birgt.

Deckstücke einer Seemannsmütze (Südwester) gleichend, mit 6 knopfförmig angeschwollenen Saftkanälen; dachziegelförmig sich übereinander schiebend.

In den Internodien sitzen die unter den gesammten Calycophoriden bis jetzt allein bei *Stephanophyes* constatirten heteromorphen Tentakel. An den jüngeren Gruppen tritt ein Tentakel, an den älteren deren 3—4 in jedem Internodium auf. Oft sind in letzterem Falle 2—3 Tentakel an einem gemeinsamen Stiele befestigt. Jeder Tentakel weist an der Basis einen kleinen ovalen mundlosen Taster (wie bei den Physophoriden) auf und ist mit zahlreichen kleinen ganz kurz gestielten eichelförmigen Batterieen ohne Angelfaden besetzt.

Stephanophyes superba ist unter allen mir bekannten Siphonophoren die zarteste und zugleich eine der pompösesten. Bei vollendeter Durchsichtigkeit erreicht sie eine Länge von $1\frac{1}{2}$ Fuss. Das graciöse Spiel ihrer heteromorphen Fangfäden, die energischen Pumpbewegungen der grossen Glocken und die zahlreichen Specialschwimm-

glocken, die hochrothe Färbung der knopfförmig angeschwollenen Saftgefässe mit ihren glänzenden Öltropfen, der zart rosa bez. smaragdgrüne Schiller der Magenpolypen, die vollendete Durchsichtigkeit der grossen kugeligen Eier und der zart fleischroth angehauchten männlichen Manubrien — das Alles vereinigt sich, um *Stephanophyes* zu einer der glanzvollsten Erscheinungen unter den pelagischen Thieren zu stempeln.

Leider setzt ihre ausserordentliche Zartheit der Untersuchung grosse Schwierigkeiten entgegen. Schon ein bis zwei Stunden nach dem Einfangen beginnt sie sich aufzulösen und keine der sonst bei Siphonophoren mit Erfolg angewendeten Conservirungsmethoden war ausreichend, auch nur Bruchstücke leidlich zu erhalten.

Von Januar bis März erschien sie selten und vereinzelt. Bei alten Exemplaren scheint der Stamm in einzelne Bruchstücke zu zerfallen, die man gelegentlich flottirend antrifft. *Stephanophyes* durchläuft eine merkwürdige Metamorphose. Die jüngsten vollendet durchsichtigen und deshalb auch dem geübten Auge leicht entgehenden Exemplare weisen durchaus die Charaktere der Gattung *Lilyopsis* auf: sie besitzen zwei Schwimmglocken mit nur einmal dichotom getheiltem Saftkanal und entbehren an den Internodien der älteren Gruppen völlig der heteromorphen Tentakel. Letztere werden erst späterhin zwischen den jüngeren Gruppen angelegt und gleichzeitig tritt bereits an den Reserveschwimmglocken eine reichere Dichotomie der Saftkanäle auf.

So bildet denn *Stephanophyes* ein typisches Bindeglied zwischen den Prayiden und Polyphiden, während andererseits das Auftreten heteromorpher Tentakel mit mundlosen kleinen tastenartigen Polypen auf Structurverhältnisse der Physophoriden hinweist.

4. Familie: *Polyphyidae* Chun.

22. *Hippopodius luteus* Forsk. Quoy et Gaim. Erschien ziemlich häufig von Ende December an.

II. Ordnung: *Physophoridae* Esch.

Ich habe mehrfach darauf hinzuweisen gesucht, dass der Organismus der Physophoriden mannichfache Beziehungen zu jenem der Calycophoriden erkennen lässt, welche den Schluss gestatten, dass beide Ordnungen einen gemeinschaftlichen Ursprung haben. In erster Linie möchte ich in dieser Hinsicht den von mir erbrachten Nachweis

betonen, dass an dem Embryo beider Ordnungen eine heteromorphe Schwimmglockenanlage gebildet wird, welche bei den Calycophoriden abgeworfen wird (vielleicht persistirt sie bei den Sphaeronectiden), während sie bei den Physophoriden zu der Pneumatophore sich umbildet. Wenn ich nun weiterhin erwähne, dass bei den höher organisirten Calycophoriden die Schwimmglocken gleich gestaltet in grösserer Zahl auftreten, dass ferner die strenge Concentration der Knospen zu eudoxienartigen Gruppen aufgegeben wird und dass ich Arten nachzuweisen vermag, bei denen der Stamm wie bei manchen Physophoriden zu einer knospenden Scheibe umgebildet wird, so erhalten wir eine ganze Reihe bemerkenswerther Beziehungen, die darauf hinweisen, dass die Physophoriden, wenn nicht aus Stephanophyiden bez. Polyphyiden, so doch jedenfalls aus einer beiden Ordnungen gemeinsamen Wurzel ihre Entstehung nahmen. Dazu kommt schliesslich als gewichtiges Argument, dass durch die Entdeckung der merkwürdigen *Stephanophyes* mit ihren heteromorphen Fangfäden ein Verhalten vorbereitet wird, das man bisher als ausschliessliches Charakteristikum der Physophoriden ansah.

Meinen obigen Darlegungen entsprechend theile ich die Physophoriden in die beiden Unterordnungen der *Haplophysae* und *Tracheophysae* ein.

Zum Schlusse gebe ich noch eine Übersicht über die canarischen Calycophoriden, welche Eudoxien produciren und füge den Namen des Autors bei, welcher die Zugehörigkeit der sogenannten monogastrischen Colonien zu den polygastrischen Formen nachweist.

I. *Monophyidae.*

1. *Monophyes brevitruncata* n. sp.	*Diplophysa codonella* CHUN 1888.	
2. *Monophyes irregularis* CLAUS.	*Diplophysa irregularis* CLAUS 1874.	
3. *Sphaeronectes gracilis* CLAUS.	*Ersaea truncata* WILL. *Diplophysa inermis* GEGENB.	CLAUS 1874.
4. *Doramasia picta* n. sp.	*Ersaea Bojani* ESCH. *Eudoxia Bojani* HUXL.	CHUN 1888.
5. *Muggiaea Kochii* CHUN.	*Ersaea pyramidalis* WILL. *Eudoxia Eschscholtzii* BUSCH	CHUN 1882.
6. *Halopyramis adamantina* n. sp.	*Cuboides adamantinus* CHUN 1888.	

II. *Diphyidae.*

7. *Diphyes subtilis* CHUN.	*Ersaea elongata* WILL. CHUN 1886.	
8. *Diphyes bipartita* COSTA.	*Eudoxia Messanensis* GEGENB. *Eudoxia campanula* LEUCK.	LEUCKART 1853.

9.	*Diphyes serrata* n. sp.	*Eudoxia serrata* CHUN 1888.
10.	*Diphyopsis campanulifera* QUOY et GAIM.	*Eudoxia Lessonii* ESCH. HUXLEY CHUN 1888.
11.	*Abyla trigona* QUOY et GAIM.	*Amphirrhoa alata* LESUEUR } HUXLEY 1858. *Eudoxia trigona* GEGENB. } GEGENBAUR 1860.
12.	*Bassia perforata* QUOY et GAIM.	*Sphenoides australis* HUXL. CHUN 1888 (von HUXLEY 1858 vermuthet).
13.	*Abylopsis quincunx* CHUN.	*Aglaismoides Eschscholtzii* HUXL. CHUN 1888.
14.	?	*Ceratocymba spectabilis* CHUN.

III. *Amphicaryonidae.*

15.	*Amphicaryon acaule* n. sp.	*Diplodoxia acaulis* CHUN 1888.

1. Unterordnung: *Haplophysae* CHUN.

Physophoriden mit ungekammerter Pneumatophore, welche theilweise von sekundärem, als Gasdrüse fungirendem Ektoderm ausgekleidet ist und der Tracheen entbehrt.

I. Tribas: *Physonectae* HAECK.

Familie: *Agalmidae* BDT.

23. *Halistemma pictum* METSCHN. Die zierliche von METSCHNIKOFF als *Stephanomia picta*, späterhin von CLAUS als *Halistemma Tergestinum* beschriebene Agalmide ist offenbar weiter verbreitet, als man bisher annahm. Sehr häufig erschien sie von Januar an bis April in zum Theil enorm langen Exemplaren, welche bis 34 Schwimmglocken aufwiesen. Da mir die Mittelmeerform von früheren Untersuchungen her wohl bekannt war, so überzeugte ich mich bald, dass die Canarische Art durchaus identisch mit derselben ist. Obwohl *Halistemma pictum* von METSCHNIKOFF und FUYKAS genauer beschrieben und von CLAUS monographisch dargestellt wurde, so sind doch den genannten Forschern Verhältnisse entgangen, die mir bezüglich der Wachsthumsverhältnisse des Physophoridenstammes nicht unwichtig zu sein scheinen.

Wachsthumsgesetz des Stammes von *Halistemma.* Bekanntlich findet sich an der Basis der Schwimmglockensäule eine Knospungszone von der aus die jüngsten Anfangsgruppen des Siphonophorenstammes ihre Entstehung nehmen. Die Gruppen am Stamme

nehmen demnach in distaler Richtung an Grösse zu; die am Ende des Stammes befindlichen Gruppen sind zugleich auch die ältesten. Bei jenen Agalmiden und Forskalien, die sich durch aufgelöste Gruppenanhänge (dissolute Cormidien, Häckel) auszeichnen, gilt die eben angeführte Regel, dass nämlich die Anhänge des Stammes in distaler Richtung regelmässig an Alter (meist auch an Grösse) zunehmen, lediglich für die Magenschläuche mit ihren zugehörigen Fangfäden. Die Entwicklungsgeschichte zeigt speciell für *Halistemma pictum*, dass thatsächlich die am Ende des Stammes sitzenden Magenpolypen die ältesten sind und dass sie in proximaler Richtung (gegen die Schwimmsäule zu) an Alter successive abnehmen. Es wäre jedoch verfehlt, dasselbe Verhältniss für die übrigen Anhänge des Stammes, nämlich für die Deckstücke, Taster, Tasterfäden und Genitaltrauben anzunehmen. Wie schon die meisten früheren Beobachter wahrgenommen haben, so trifft man letztere in den Internodien, d. h. in dem Zwischenraum zwischen zwei Magenschläuchen, in allen Entwickelungsstadien an, welche regellos zerstreut am Stamme ihre Entstehung nehmen sollen. Häckel sagt selbst: »Endlich löst sich jegliche Ordnung auf, und der ganze Stamm erscheint mit Hunderten oder Tausenden von verschiedenen Anhängen (Siphonen, Palponen, Gonophoren, Bracteen u. s. w.) in regelloser Gruppirung besetzt, so dass es unmöglich ist, die verschiedenen zusammengehörigen Bestandtheile der dissoluten Cormidien herauszufinden«.

Ich hoffe jedoch nachweisen zu können, dass bei *Halistemma* (wahrscheinlich auch bei den übrigen Agalmiden und bei den Forskalien) ein strenges Gesetz bei der Entstehung der Gruppenanhänge obwaltet. Bekanntlich sind bei *Halistemma* die internodialen (zwischen zwei Magenschläuchen gelegenen) Anhänge des Stammes derart gruppirt, dass stets ein Taster mit seinem Angelfaden, ein Deckstück und je eine männliche und eine weibliche Gonophorentraube zu einer Gruppe zusammentreten. Wie ich beiläufig erwähnen will, so nehmen die neben dem Taster sich entwickelnden weiblichen Gonophoren constant eine proximale, die männlichen hingegen eine distale Stellung am Stamme ein. In den einzelnen Internodien nimmt die Zahl der Gruppen gegen Ende des Stammes constant zu; während man also in den proximalen Internodien nur zwei oder drei Gruppen antrifft, so finden sich in den distalen Internodien deren 12—15. Der Stamm wächst also internodial und zwar derart, dass in jedem einzelnen Internodium die Gruppen in proximaler Richtung continuirlich an Grösse abnehmen. Verfolgt man also die Gruppen des Stammes in distaler Richtung, so trifft man hinter den Magenschlauch mit seinem Fangfaden die Knospen der jüngsten Gruppe und nun

successive an Grösse zunehmend die übrigen Gruppen. Die jüngste Gruppe besteht aus einer Knospe für Magenschlauch und Fangfaden und zwei daneben gelegenen Knospen, von denen die eine als weibliche Urknospe die weiblichen Gonophoren, die andere als männliche Urknospe die männlichen Gonophoren entstehen lässt. Etwas weiter distal liegt die Knospe für das Deckstück.

Um nun die weiteren Wachsthumsverhältnisse im Internodium klar zu legen, so bezeichne ich mit $A.B.C...$ die Magenschläuche mit ihren zugehörigen Fangfäden und mit $a, b, c...$ die im Internodium zwischen zwei Magenschläuchen gelegenen Knospengruppen. Wenn nun A bez. a die ältesten Gruppen bedeuten und B bez. b u. s. w. die successive jüngeren, so würden wir für das letzte Internodium des Stammes folgende Formel erhalten:

$$B \cdot h \cdot g \cdot f \cdot e \cdot d \cdot c \cdot b \cdot a\ A\,.$$

Auf diesem Stadium verharren jedoch nur die jüngeren Exemplare von *Halistemma*. Die Zahl der Gruppen im Internodium, die wir in unserem Specialfall zu 8 (a—h) annahmen, vermehrt sich continuirlich, gleichzeitig aber treten neue Knospengruppen zwischen den ältesten nebeneinanderliegenden Gruppen des Internodiums auf. In unserem Falle werden die ältesten nebeneinanderliegenden Gruppen durch $a \cdot A$ repräsentirt; folglich erhalten wir für ein weiter entwickeltes Internodium folgende Formel (die neu angelegten Gruppen mit $\alpha, \beta ...$ bezeichnet):

$$B \cdot i \cdot h \cdot g \cdot f \cdot e \cdot d \cdot c \cdot b \cdot a\ \alpha\ A\,.$$

Die Gruppe α ist in diesem Falle ebenso weit entwickelt, wie die in regelmässiger Folge neu angelegte Gruppe i.

Bei weiterem Wachsthum kann sich nun zwischen $a \cdot A$ gewissermaassen ein secundäres Internodium einschalten, das sich in seinem Wachsthum genau ebenso wie das primäre verhält, insofern auch in ihm die Gruppen in proximaler Richtung neu angelegt werden. Gleichzeitig treten aber nun wiederum nach dem eben angeführten Gesetz neue Knospengruppen zwischen den ältesten nebeneinander gelegenen Gruppen des primären Internodiums auf, d. h. zwischen b und a.

Wir würden also für ein späteres Stadium folgende Formel erhalten:

$$B \cdot k \cdot i \cdot h \cdot g \cdot f \cdot e \cdot d \cdot c \cdot b \alpha' a \beta \alpha A.$$

Die jüngst angelegten Knospengruppen von gleicher Grösse sind hier: k, α' und β.

Es lassen sich nun diese Formeln leicht weiter entwickeln, wenn wir das Gesetz im Auge behalten, dass neue Knospengruppen stets

nur zwischen den ältesten benachbarten Gruppen des primären Internodiums entstehen und dass die eingeschalteten secundären Internodien ebenso wie das primäre in proximaler Richtung neue Gruppen anlegen.

Nur in einem Falle habe ich an dem letzten Internodium eines sehr grossen *Halistemma* auch die Anlage eines eingeschalteten tertiären Internodiums (zwischen α und A) beobachtet.

Ich bemerke ausdrücklich, dass ich das hier entwickelte Wachsthumsgesetz des Stammes ohne Ausnahme bei allen untersuchten Exemplaren bestätigt fand und dass die oben wiedergegebenen Formeln concreten Beispielen entnommen sind. Bei oberflächlicher Betrachtung bieten allerdings die letzten und längsten Internodien ein verwirrendes Bild dar und können zu der Auffassung verleiten, als ob regellos die Knospengruppen am Stamme ihre Entstehung nähmen, allein sobald man die gesetzmässige Anlage erkannt hat, ist es ausserordentlich anziehend an dem lang gedehnten Stamme eines ruhig schwebenden *Halistemma* durch alle Internodien hindurch die gesetzmässige Anlage zu verfolgen.

Ich muss es Häckel überlassen, wie er sich angesichts solch sachgemässer Knospung am Physophoridenstamm mit seiner Theorie über die Multiplication und Dislocation der Medusenorgane am Siphonophorenstock abfindet.

24. *Anthemodes Canariensis* Häck. Ein jugendliches Exemplar mit 6 Schwimmglocken beobachtete ich am 21. Januar.

25. *Crystallodes rigidum* Häckel. Das erste Exemplar von *Crystallodes* erschien am 12. Januar; von da an zeigte sich diese schöne Physophoride so regelmässig und so häufig, dass sie entschieden für die Canaren eine der charakteristischsten Formen abgiebt. Einige Exemplare, welche ich beobachtete, waren zum Theil bedeutend grösser als die grössten von Häckel beschriebenen. So fischte ich nicht selten Thiere von 75^{mm} Länge mit 24 fertigen Schwimmglocken und 9 Individuengruppen. Als Ergänzung zu der Beschreibung Häckel's füge ich noch hinzu, dass die grösseren Exemplare an jeder Individuengruppe 4—5 Taster aufwiesen und dass die männlichen Geschlechtstrauben proximal, die weiblichen distal angeordnet sind. Bemerkenswerth ist noch der Umstand, dass die völlig reifen männlichen und weiblichen Gonophoren eine wohl entwickelte Umbrella besitzen und vermittels derselben sich pumpend im Wasser zu bewegen vermögen; auch ragt bei den ganz reifen Geschlechtsmedusen das Manubrium nicht aus dem Schwimmsack hervor. Unter den starren Deckstücken sind nur diejenigen mit einem langen Gefässkanal versehen, welche direct an den Anhangsgruppen sich inseriren; die internodialen hin-

gegen entbehren des Kanales. Einigemal traf ich alte Exemplare von *Crystallodes*, deren Stamm schwefelgelb gefärbt war.

Was die postembryonale Entwickelung von *Crystallodes* anbelangt, so möchte ich hauptsächlich auf den eigenthümlich gestalteten larvalen Fangfaden aufmerksam machen. Häckel ist der Ansicht, dass die Nesselbatterien des primären Tentakels sich direct zu den mit Endblase und zwei Seitenfäden versehenen definitiven Batterien entwickeln. Auch ich neigte mich um so mehr dieser Auffassung zu, als die larvalen Batterieen nicht nur die schon von Häckel beobachteten Seitenfäden und Endblase aufweisen, sondern auch ein mantelartiges Involucrum erkennen lassen, wie es ja die definitiven Batterieen charakterisirt. Jedenfalls sind die an dem embryonalen Fangfaden angelegten Batterieen bedeutend complicirter als jene aller übrigen Physophoriden mit ihren nackten nierenförmigen, an den Calycophoriden erinnernden Batterieen. Trotzdem aber bilden sie sich nicht durch spirale Aufwindung des Nesselbandes zu den definitiven Batterieen aus, sondern repraesentiren larvale Gebilde, denen an den später angelegten Gruppen heteromorphe nachfolgen. Ich beobachtete nämlich mehrmals völlig erwachsene alte Exemplare von *Crystallodes*, welche an dem ältesten Magenpolyp noch den wohl erhaltenen larvalen Tentakel aufwiesen. Die Batterieen desselben sind, wie schon erwähnt, mit einer Endblase, zwei terminalen Seitenfäden und einem Involucrum ausgestattet. Sie erreichen jedoch kaum die halbe Grösse der definitiven Batterieen, sind sehr zart fleischroth pigmentirt und entbehren der spiralen Aufrollung des Nesselbandes.

Familie: *Forskalidae* Häckel.

26. *Forskalia ophiura* Leuckt. Die gemeine Forskalie des Mittelmeeres war auch an den Canaren von Januar an ausserordentlich häufig und trat gelegentlich in riesigen Exemplaren, deren Schwimmsäule einen Fuss mass, auf.

Da ihre larvalen Fangfäden bis jetzt unbekannt geblieben sind, so bemerke ich, dass ich an jüngeren Exemplaren den einzigen larvalen Tentakel an dem ältesten Magenpolyp ansitzend fand, während alle übrigen Polypen die definitiven Fangfäden besassen. Die Nesselbatterieen des ersteren gleichen den larvalen Batterieen von *Agalma* und *Halistemma*; sie sind an ihrem Ende mit den ungemein langen Sinnesborsten besetzt und durch zwei seitliche intensiv braunroth pigmentirte, wie Ocellen vorspringende Höcker charakterisirt, auf denen lange Flimmercilien sich inseriren.

27. *Forskalia contorta* Leuckt. Der *Forskalia contorta* rechne ich mehrere jugendliche, noch mit larvalem Fangfaden ausgestattete Exemplare zu, welche von Januar an vereinzelt erschienen.

Die larvalen Batterieen gleichen jenen der *F. ophiura*; nur sind die Sinnesborsten kürzer und fehlen die beiden Pigmenthöcker.

28. *Forskalia cuneata* n. sp. Subumbrella der Schwimmglocken jederseits mit 4—6 intensiv hochrothen Pigmentstreifen versehen. Magenpolypen auffällig gross; in besonders deutlich ausgeprägter rechts gewundener Spirale stehend. Leberstreifen rothbraun. Nesselknöpfe hochroth. Deckstücke keilförmig, die Aussenfläche rechtwinklig abgestutzt und vollständig den Zwischenraum zwischen den einzelnen Spiraltouren ausfüllend. Gefässkanal der Deckstücke rechtwinklig geknickt.

Die prachtvolle *Forskalia cuneata* wird zwar nicht so gross wie ihre verwandten Arten — sie erreicht eine Länge von 70^{mm} — ist aber durch ihre lebhafte Pigmentirung und durch ihre besonders ansehnlichen Magenschläuche nicht minder ausgezeichnet. An der nie fehlenden, bei keiner anderen Art nachweisbaren Pigmentirung der Subumbrella sind auch ihre Jugendstadien, welche ungemein flink zu schwimmen vermögen, leicht kenntlich. An den meisten derselben war der larvale Fangfaden, dem ältesten Magenschlauch ansitzend, noch nachweisbar. Die larvalen Batterieen sind jenen der *F. contorta* sehr ähnlich; sie sind eichelförmig gestaltet, schwach röthlich pigmentirt und mit zahlreichen kurzen Sinnesborsten ausgestattet. Der Nebenfangfaden inserirt sich etwas unterhalb der Kuppe der Batterie.

Familie: *Physophorae* Lesson (*Discolabidae* Häck.).

29. *Physophora magnifica* Häck. Die prächtige von Häckel an den Canaren entdeckte *Physophora* erschien in wenigen Exemplaren während des Februar.

Familie: *Anthophysidae* Brandt (*Athorybidae* Huxley).

30. *Athorybia melo* Esch., Quoy und Gaim. Zu dieser Art rechne ich jugendliche Exemplare mit nur 2 Fangfäden und Magenschläuchen, welche durch die bräunliche Pigmentirung des Involucrums der Nesselbatterien (Endblase und Seitenfäden sind stets vorhanden) und durch die Firsten auf den Deckstücken mit der von Quoy und Gaimard gegebenen Schilderung übereinstimmen. Sie erschienen im Februar. Wahrscheinlich gehören zu dieser Art Larvenformen, deren Batterien an dem einzigen Fangfaden zwar auch ein Involucrum und zwei Seitenfäden aufweisen, aber der Endblase entbehren. Ausserdem

schwillt die Insertionsstelle des Nebententakels an der Batterie zu einer braun pigmentirten blasenförmigen Erweiterung an. Die fünf Deckstücke dieser Larven gleichen bereits jenen der erwachsenen *A. melo*; ausserdem liessen sich 5—6 Taster nachweisen.

II. Tribus: *Pneumatophoridae* Chun.

Familie: *Physalidae* Brandt.

31. *Physalia caravella* Esch. Die ersten Physalien bemerkte ich Ende Januar; von da an erschienen sie immer häufiger und geriethen nach den heftigen Stürmen im Februar und März zu Tausenden auf den Strand. Über den feineren Bau derselben werde ich noch an anderer Stelle berichten.

2. Unterordnung: *Tracheophysae* Chun.

Physophoriden mit gekammerter, von Chitin ausgekleideter Pneumatophore, welche zahlreiche, die Polypen umspinnende Tracheenbüschel entsendet. Im Umkreis der Pneumatophore bildet sich ein mantelartiger Limbus aus. Stamm scheibenförmig abgeplattet. Gonophoren werden als Medusen (*Chrysomitra*) frei.

Familie: *Disconanthae* Haeck. (*Chondrophorae* Cham. Eysenh.), *Velellidae* Esch.

Die Vertreter der Unterfamilien der Disconanthen, nämlich der Velelliden und Porpitiden, erscheinen an den Camaren, wie ich aus den Mittheilungen der Fischer sicher entnehmen konnte, erst im Hochsommer während des Juli-September. Während der ganzen 7 Monate meines Aufenthaltes beobachtete ich weder Jugendformen (Ratarien) noch auch ausgebildete Velellen und Porpiten. Auch nach den heftigen Frühjahrsstürmen konnte ich weder bei Orotava, noch bei der Überfahrt nach Palma und Gran Canaria *Velella* und *Porpita* wahrnehmen. Sie scheinen während des Winters und Frühsommers in dem östlichen Theile des atlantischen Oceans zu fehlen.

Ausgegeben am 22. November.

1888.
XLV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

15. November. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

1. Der Vorsitzende las über das römische Militärwesen der diocletianischen und nachdiocletianischen Zeit.

2. Derselbe legte vor einen Bericht des Hrn. Dr. Freudenthal über die von ihm in England für das Studium der englischen Philosophie ausgeführten Arbeiten.

3. Derselbe legte ferner vor einen Bericht des Hrn. Dr. Reitzenstein über die von ihm in Paris für das Etymologicum magnum ausgeführten Arbeiten.

Ausgegeben am 22. November.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.
XLVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

22. November. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

In Abwesenheit des behinderten Hrn. A. Kirchhoff las Hr. Curtius eine Abhandlung desselben über die Getreidesperre bei Byzantion in den ersten Jahren des Peloponnesischen Krieges.

Die Mittheilung folgt umstehend.

Das correspondirende Mitglied der philosophisch-historischen Classe Hr. Carl von Prantl ist in München am 14. September verstorben.

Die Getreidesperre bei Byzantion in den ersten Jahren des Peloponnesischen Krieges.

Von A. Kirchhoff.

Der entscheidende Sieg bei Kyzikos öffnete im Jahre 410 den Athenern die bis dahin gesperrte Verbindung mit dem Schwarzen Meere wieder; denn obwohl Byzantion und Chalkedon vorläufig noch in den Händen ihrer Gegner blieben und erst zwei Jahre später, 408, ihrem Angriff erlagen, so gelang es ihnen doch bereits 410, kurze Zeit nach jener Schlacht, sich dauernd in Chrysopolis auf Chalkedonischem Gebiete festzusetzen. Von dieser befestigten Stellung aus beherrschten sie mit ihren Schiffen die Wasserstrasse durch den Bosporos nach Byzantion und schnitten letzteres von der Verbindung mit dem Schwarzen Meere ab; gleichzeitig errichteten sie hier eine Zollstätte und erhoben von der gesammten Ausfuhr aus dem Pontos, welche dieses Weges ging, einen Zoll von einem Zehnten.[1] Dabei ist es ohne Zweifel bis zur Schlacht bei Aegospotamoi geblieben, nur dass nach der Einnahme von Byzantion, 408, die Zollstätte wahrscheinlich von Chrysopolis nach diesem Orte verlegt worden ist; wenigstens wurde im Jahre 390, als die Erfolge des Thrasybulos in den Hellespontischen Gewässern von Neuem die Ausnutzung dieser Einnahmequelle ermöglicht hatten, unter veränderten Verhältnissen die Erhebung des Zolles den Byzantiern gegen Zahlung einer jährlichen Aversional- oder Pachtsumme an Athen überlassen.[2] Spätestens der Friede des Antalkidas liess sie alsdann abermals und für immer versiegen.

---

[1] Xenophon Hell. I, 1. 22; vergl. Diodor XIII, 64 und Polybios IV, 44 σημεῖον δὲ τούτου· ἐκ Καλχηδόνος γὰρ οἱ βουλόμενοι διαίρειν εἰς Βυζάντιον οὐ δύνανται πλεῖν κατ' εὐθεῖαν διὰ τὸν μεταξὺ ῥοῦν, ἀλλὰ παράγουσιν ἐπί τε τὴν Βοῦν καὶ τὴν καλουμένην Χρυσόπολιν, ἣν Ἀθηναῖοι τότε κατασχόντες Ἀλκιβιάδου γνώμῃ παραγωγιάζειν ἐπεβάλοντο πρῶτον τοὺς εἰς Πόντον πλέοντας, τὸ δ' ἔμπροσθεν ἀφιᾶσι κατὰ ῥοῦν, ᾧ φέρονται κατ' ἀνάγκην πρὸς τὸ Βυζάντιον. Letztere Stelle, welche von den Neueren bei Besprechung der Sache gewöhnlich übergangen zu werden pflegt, habe ich hergesetzt, nicht weil ich auf das πρῶτον glaubte irgend welches Gewicht legen zu dürfen, sondern lediglich, um darauf hinzuweisen, dass, wie schon allein aus der ganzen Auseinandersetzung des Verfassers in ihrem Zusammenhange betrachtet hervorgeht, für das verschriebene εἰς Πόντον der Handschriften vielmehr ἐκ Πόντου herzustellen ist.

[2] Xenophon Hell. IV, 8. 27 und 31; Demosthenes g. Leptines 60.

Neuerdings ist nun, soweit ich sehen kann, zuerst von Hrn. Gilbert in seinem Handbuche der Griechischen Staatsalterthümer I S. 333 die Ansicht ausgesprochen worden, dass die Einrichtung jenes 'Sundzolles' von einer δεκάτη durch Alkibiades im Jahre 410 nicht die erste gewesen, wie früher angenommen zu werden pflegte, sondern schon früher bestanden habe und von ihm nur erneuert worden sei, und diese Ansicht begründet worden durch die Vermuthung, es möge unter der in der Urkunde C. I. A. 32, welche ich mit Recht dem Jahre 434 zugewiesen zu haben glaube, ohne nähere Bezeichnung erwähnten δεκάτη eben jener schon damals erhobene 'Sundzoll' zu verstehen sein. Andere haben dann diese Ansicht sich angeeignet und von ihr als einer unbestreitbaren Thatsache ausgehend und Vermuthungen auf Vermuthungen bauend sie für die Darstellung der politischen und der Finanzgeschichte Athens in diesem Zeitalter verwerthen zu dürfen geglaubt; und da unbedingt zugegeben werden muss, dass es sich dabei wenigstens um eine Möglichkeit handelt, und darum Niemandem verwehrt sein kann, mit ihr auf einem Gebiete zu rechnen, auf dem die Beschaffenheit der Überlieferung leider nur zu oft zu einem solchen Verfahren auffordert und berechtigt, so kann es vollständig genügen, ausdrücklich festzustellen, dass es in unserem Falle sich vorläufig lediglich um eine Hypothese und die daraus gezogenen Folgerungen, keinesweges aber um eine bezeugte Thatsache handelt, und einem Jeden überlassen bleiben, diejenige Stellung zur Sache zu nehmen, welche er glaubt verantworten zu können. Allein Hr. Gilbert und seine Nachfolger haben behufs besserer Begründung ihrer Ansicht noch eine andere Urkunde herangezogen, deren Inhalt sie nicht verstanden und darum falsch gedeutet haben; und da durch diesen Irrthum nicht nur ein falscher Schein hervorgerufen, sondern zugleich eine Thatsache verdunkelt worden ist, welche bisher für das Urtheil eines jeden Besonnenen feststehen musste, und für die nähere Erkenntniss der Verhältnisse in der ersten Hälfte des Peloponnesischen Krieges nicht ohne Bedeutung und Interesse ist, so glaube ich auf diesen Punkt näher eingehen zu sollen, um der verkannten Wahrheit zu ihrem Rechte zu verhelfen.

Es handelt sich um den Attischen Volksbeschluss, welcher in der von der Bundesstadt Methone in Pierien veranlassten und auf ihre Kosten mit staatlicher Genehmigung seiner Zeit auf der Burg zu Athen aufgestellten Sammlung der ihr von den Athenern ertheilten Privilegien C. I. A. 40 die zweite Stelle einnimmt, und von welchem feststeht, dass er in der ersten Prytanie von Ol. 88, 3, Sommer 426, also zu Anfang des sechsten Jahres des Peloponnesischen Krieges gefasst worden ist. Die hier in Betracht kommenden Bestimmungen, welche den Anfang und ersten Theil des Beschlusses bilden, lauten:

1. Μ[εθωναίοις] ε[ἶ]ν[αί τε] ἐξ[ά]γειν ἐγ Βυζαντίου σίτου μέχ[ρι.... αχισχ]ιλίων μεδίμνων τοῦ ἐνιαυτοῦ ἑκάστου οἵ[τε Ἑλλησπ]οντοφύλακες μήτε αὐτοὶ κωλυόντων ἐξάγειν μ[ήτε ἄλ]λον ἐώντων κωλύειν, ἢ εὐθυνέσθων μυρίαισι δρ[αχμαῖσ]ιν ἕκαστος.

Wenn hiernach im Laufe des Jahres 426 den Methonaeern, Angehörigen der Attischen Bundesgenossenschaft, ohne Zweifel in Folge eines durch Abgesandte in Athen gestellten Gesuches, die Erlaubniss ertheilt worden ist, von dem Stapelplatze des Pontischen Getreides, Byzantion, welches sich damals in gesichertem und unbestrittenem Besitze der Athener befand, Getreide auszuführen, so folgt daraus, dass zu dieser Zeit von Seiten Athens über die Getreideausfuhr von Byzantion nach dem Westen eine effective Sperre in der Weise verhängt war, dass nicht nur, wie sich von selbst versteht, die Ausfuhr nach mit Athen im Kriege befindlichen Gebieten, welche soweit thunlich in beständigem Blokadezustand zu erhalten ihr Interesse ihnen gebot, thatsächlich unterbrochen blieb, sondern auch nach neutralen und selbst den mit Athen verbündeten Städten Getreide von Byzantion nur auf Grund ausdrücklicher und besonders einzuholender Erlaubniss verschifft werden durfte, und die dessfallsigen Gesuche der Interessenten in Athen angebracht und vom Demos selbst, nicht dessen Executivbeamten, beschieden wurden. Da nun daneben, wie sich gleichfalls von selbst versteht, die Verschiffung von Getreide von Byzantion nach und über Athen selbst völlig freigelassen blieb, so ist in der damals verhängten theilweisen Sperre ohne Schwierigkeit eine Maassregel zu erkennen, welche neben anderen Zwecken der Kriegsführung vor Allem die Sorge für gesicherte und ausreichende Verproviantirung Athens und seiner Landschaft in den Zeiten des Krieges ins Leben gerufen hatte; sie war also von lediglich transitorischer Bedeutung und, wie durch den Krieg hervorgerufen, so durch dessen nicht vorauszubestimmende Dauer in der ihrigen bedingt. Wenn endlich in dem vorliegendem Falle selbst so zuverlässigen Bundesgenossen, wie den Methonaeern, welche man mit aller nur möglichen Rücksicht zu behandeln alle Veranlassung hatte und sonst auch so zu behandeln nicht unterliess, dennoch nicht uneingeschränkte Ausfuhrfreiheit zugestanden, sondern nur für jedes Jahr die Ausfuhr einer ganz bestimmten und äusserst knapp bemessenen Quantität von Getreide bewilligt wird (die Zahl der Medimnen ist leider verstümmelt, aber es lässt sich erkennen, dass es wenigstens 4000 und höchstens 7000 waren), so ist deutlich, dass es nicht das Handelsinteresse der Methonaeer war, welchem auf die Gefahr hin die Wirkung der getroffenen Maassregel völlig illusorisch zu machen dieses Zugeständniss gemacht wurde, sondern nur der nothwendige Bedarf, welchen

man mit Rücksicht auf die precäre Lage der Bittsteller dem gemeinschaftlichen Feinde, Perdikkas von Makedonien, gegenüber glaubte aus dem eigenen Vorrathe ihnen zubilligen zu sollen und ohne Schädigung der eigenen Interessen im Stande zu sein; man ging eben bei der Dispensation der festgelegten Mittel mit äusserster Vorsicht zu Werke und zwar um so mehr, als Gesuche dieser Art von Seiten der durch die Maassregel Betroffenen sicher in grosser Anzahl einliefen und nach Umständen zu berücksichtigen waren.

Das somit den Methonaeern auf ihr Gesuch vom Demos zu Athen ertheilte Privilegium machte, um für die Interessenten wirksam zu werden, eine entsprechende Verständigung und Anweisung derjenigen seiner Beamten nothwendig, in deren Hände die Überwachung und Handhabung der Ausfuhrsperre von Getreide bei Byzantion gelegt war. Diese nothwendige Instruction derselben wird desshalb ausdrücklich zugesagt und soll in der aus anderen analogen Beispielen hinlänglich bekannten Form erfolgen, nämlich unter Androhung der üblichen hohen Geldbusse für den Fall einer Abweichung von dieser Instruction. Die Behörde, welche in dieser Weise angewiesen werden soll und sicher auch angewiesen worden ist, führt den Titel 'Wächter des Hellespont', ist allein aus der vorliegenden Urkunde bekannt und wird sonst nirgends erwähnt; und es steht darum durchaus nichts der Annahme im Wege, welche ich für die wahrscheinlichste halte, dass sie erst bei Gelegenheit und auf Veranlassung der verhängten Sperre bestellt worden ist und nur während der Dauer derselben bestanden hat. Indessen will ich damit die Möglichkeit nicht ausgeschlossen haben, dass ihre Einsetzung früheren Datums ist und ursprünglich zu anderen Zwecken erfolgt war, in welchem Falle die Handhabung der Sperre als während der betreffenden Periode zu ihren sonstigen Obliegenheiten vorübergehend hinzugetreten aufzufassen wäre. Die ihr obliegende Überwachung der Getreideausfuhr von Byzantion machte es nothwendig, dass sie ihren festen Sitz in dieser Stadt selbst hatte, und dass ihr Titel, 'Wächter des Hellespontes', damit nicht im Widerspruche steht, bedarf keiner besonderen Ausführung. Zur Durchführung ihrer Aufgabe müssen ihnen militärische Kräfte zur Verfügung gestellt gewesen sein, und diese bestanden wohl vornehmlich in einer Anzahl von Wachtschiffen, welche im Hafen von Byzantion stationirt war; möglicherweise lag auch während dieser Zeit eine attische Garnison (φρουρά) in der Stadt.[1] Daraus erklärt es

[1] Dass in der That zu irgend einer Zeit vor dem Jahre 422 attische Bürgersoldaten in Byzantion garnisonirt haben, lehrt die Art und Weise, in der Aristophanes in den Wespen 235 ff. sich seine Heliasten von ihren Heldenthaten während des Garnisonlebens gerade in Byzantion unterhalten lässt:

sich denn auch, dass sie in unserer Urkunde für genaue Einhaltung der ertheilten Instruction nicht nur persönlich haftbar erklärt, sondern auch für die Übertretungen Anderer verantwortlich gemacht werden, solcher nämlich, die nach ihren Anweisungen zu handeln hatten und deren Thätigkeit von ihnen zu überwachen war, also beispielsweise der Befehlshaber jener Wachtschiffe und anderer ihren Befehlen Unterstellter.

Da die Ausfuhrerlaubniss, welche der Demos den Methonaeern bewilligte, eine nur beschränkte war, so ergab sich die Nothwendigkeit einer Controlirung, um festzustellen, dass das bestimmte Maximum während eines jeden Jahres von ihnen nicht überschritten werde, und daraus erklärt es sich, dass im Folgenden ihnen die Erfüllung einer Formalität zur Pflicht gemacht wird, welche die nothwendige Controlirung durch die Behörde ermöglichen sollte:

2. *γραψαμένους δὲ πρὸς τοὺς Ἑλλησπ[οντο]φύλακας ἐξάγει[ν] μέχρι τοῦ τεταγμένου.*

Jede für Rechnung der Methonaeer zur Verschiffung gelangende Getreidefracht war also bei der Behörde zu declariren, welche darüber Buch führte und die nöthigen Legitimationen ertheilte, aber von dem Augenblicke an verweigerte, wo die Grenze des jährlichen Maximums erreicht war und sie etwa zu überschreiten versucht wurde.

Den Abschluss der das Ausfuhrprivilegium betreffenden Bestimmungen der Urkunde bildet endlich der Satz:

3. *ἀζήμιος [δὲ ἔσ]τω καὶ ἡ ναῦς ἡ ἐξάγουσα.*

Dass, so lange das Ausfuhrverbot in Kraft war, jeder Versuch einer Umgehung desselben im Betretungsfalle strengstens geahndet wurde, ist selbstverständlich, nicht minder, dass die betreffende *ζημία* in der Confiscation von Schiff und Fracht bestand. Das Schiff konnte Eigenthum des Besitzers des auszuführen versuchten Getreides oder von diesem zum Zwecke der Verschiffung gemiethet sein. Wenn nun für den Fall, dass die Methonaeer von der ihnen ertheilten Ausfuhrerlaubniss Gebrauch machen, die ausdrückliche Zusicherung zu ertheilen für angemessen befunden wird, dass auch die dabei zur Verwendung kommenden Schiffsgefässe der Confiscation nicht unter-

---

πάρεσθ᾽ ὃ δὴ λοιπόν γ᾽ ἔτ᾽ ἐστίν, [illegible] [illegible],
ἥβης ἐκείνης, ἡνίκ᾽ ἐν Βυζαντίῳ ξυνῆμεν
φρουροῦντ᾽ ἐγώ τε καὶ σύ· κᾆτα περιπατοῦντε νύκτωρ.
τῆς ἀρτοπώλιδος λαθόντ᾽ ἐκλέψαμεν τὸν ὅλμον,
κᾆθ᾽ ἥψομεν τοῦ κορκόρου, κατασχίσαντες αὐτόν.

Leider ist eine genauere Zeitbestimmung nicht zu ermöglichen. Unbegreiflich aber bleibt, wie von Neueren dabei an die Zeit einer Belagerung von Byzantion durch die Athener hat gedacht werden können, eine Annahme, die durch den Sprachgebrauch allein vollständig ausgeschlossen ist und darum einer Widerlegung nicht bedarf.

liegen sollen, so würde diese Zusicherung, weil selbstverständlich, vollkommen überflüssig und darum unerklärlich sein, wenn dabei an den ausführenden Methonaeern eigenthümlich gehörige Schiffsgefässe gedacht sein sollte; begreiflich wird die Bestimmung erst, wenn sie als für den Fall getroffen aufgefasst wird, dass das in Byzantion von den Methonaeern aufgekaufte Getreide auf zur Verschiffung nach Methone gemietheten fremden Schiffen verladen wurde. Es war den Schiffseigenthümern eben ausdrücklich unter Androhung der Confiscation ihrer Schiffsgefässe im Falle des Zuwiderhandelns verboten, den Transport von Getreidefrachten von Byzantion nach anderen Orten als dem Peiraeus zu übernehmen, und obwohl dieses Verbot durch das den Methonaeern ertheilte Privilegium für Verschiffungen nach Methone immerhin als aufgehoben betrachtet werden durfte, so hätten doch bei dem Mangel einer ausdrücklichen Erklärung in dieser Beziehung viele Schiffsrheder Bedenken tragen können, sich auf ein solches Geschäft einzulassen, und es würden daraus für die Methonaeer, im Falle sie nicht über eigene Transportmittel verfügten, sich Schwierigkeiten ergeben haben, welche das ertheilte Privilegium unter Umständen rein illusorisch gemacht hätten. Darauf werden sie bei den Verhandlungen in Athen hinzuweisen nicht verfehlt haben, wenn nicht von athenischer Seite auch ohnedem ihnen entgegengekommen wurde; auf alle Fälle enthält der Satz eine Bestimmung, welche darauf berechnet ist, den Methonaeern die Ausnutzung des ihnen ertheilten Privilegiums in jeder Weise zu erleichtern.

Fragt man nun, was die Athener veranlasst hat, eine Maassregel zu treffen, welche die Interessen der Producenten nicht minder, als eines grossen Theiles der Mitconsumenten, die man aus politischen Gründen mit aller Schonung zu behandeln sich veranlasst sehen musste, in empfindlichster Weise zu verletzen geeignet war, so bietet sich die Antwort von selbst dar: es war die wirthschaftliche Nothlage, in welche man sich durch die Verhältnisse seit dem Anfange des Peloponnesischen Krieges versetzt sah, die dazu gewissermaassen zwang und jede andere Rücksicht zurücktreten liess. Es ist eine bekannte, für das vierte Jahrhundert durch Demosthenes[1] bezeugte Thatsache, dass der zur Bebauung geeignete Boden von Attika nur einen Theil des zur Ernährung seiner Bevölkerung nothwendigen Getreidequantums erzeugte, der übrige, sehr beträchtliche Bedarf durch Einfuhr aus dem Auslande beschafft werden musste und annähernd die Hälfte des einzuführenden Getreides von den Gestaden des Pontus kam; die Höhe dieser Einfuhr aus dem Pontus gibt Demosthenes

---

[1] G. Leptines 31. 32.

für seine Zeit auf 400000 Medimnen an. Nicht wesentlich anders wird die Lage der Dinge im fünften Jahrhundert beschaffen gewesen sein. Als nun seit dem Beginne des Peloponnesischen Krieges in Folge der jährlich sich wiederholenden Einfälle des Feindes, denen gegenüber man sich in der Defensive halten zu müssen glaubte, durch die von den Peloponnesiern planmässig durchgeführte Vernichtung der Ernten und die gründliche und systematische Verwüstung alles erreichbaren Baulandes eine regelmässige Bebauung und Ausnützung desselben zur Unmöglichkeit wurde, ergab sich nothwendig ein seinem Betrage nach nicht genau zu bestimmender, aber jedenfalls sehr erheblicher Ausfall in der Production von Getreide, welcher durch Steigerung und entsprechende Sicherung der ohnedem beträchtlichen Einfuhr zu decken war, wenn die vom Feinde beabsichtigte Aushungerung der Bevölkerung nicht zur Wirklichkeit und die Beendigung des Kampfes zu Ungunsten Athens eine Nothwendigkeit werden sollte. Dass unter diesen Umständen auf jede Gefahr hin und mit Beiseitesetzung jeder anderen Rücksicht zur Beseitigung des Nothstandes die dominirende Stellung ausgebeutet wurde, welche Athen damals noch im Besitze des Schlüssels zum Hellespont und Bosporus und der Herrschaft über die rückwärtigen Verbindungsstrassen durch das Aegeische Meer behauptete, ist durchaus begreiflich; Noth bricht eben Eisen. Gewiss ist aber darum auch, wie schon oben bemerkt wurde, dass eine Maassregel dieser Art, wie sie durch einen Nothstand hervorgerufen worden ist, so auch nur für die Dauer desselben Gültigkeit gehabt haben kann, sein Ende auch das ihre gewesen sein muss.

Dies ist der Thatbestand, wie er sich aus dem Zeugnisse der Urkunde mit zweifelloser Sicherheit ergiebt und längst schon von Boeckh in allem Wesentlichen richtig festgestellt und erläutert worden war;[1] er ist eben urkundlich bezeugt und Thukydides' Schweigen beweist dagegen nichts. Trotzdem lesen wir nun bei Gilbert a. a. O. die räthselhafte Bemerkung: 'Die im zweiten Volksbeschlusse für Methone C. I. A. I 40 angeführten 'Ἑλλησποντοφύλακες und ihre dort geschilderte Thätigkeit scheint mir auf die Annahme des Vorhandenseins der δεκάτη bereits im Jahre 426 zu führen.' Zwar kann zugegeben werden, dass das durch die Urkunde bezeugte Vorhandensein einer Behörde der 'Wächter des Hellespont' im Jahre 426 mit der Annahme, dass von den Athenern zu dieser Zeit jener 'Sundzoll' erhoben worden sei, nicht nur in keinem Widerspruch steht, sondern von Jedem, der diese Annahme für anderweitig erwiesen oder wahr-

[1] Staatshaushaltung der Athener I 3 S. 70.

scheinlich glaubt erachten zu sollen, als Stütze seiner Hypothese verwendet werden darf; unbegreiflich aber bleibt zunächst, wie die 'dort geschilderte Thätigkeit' dieser Behörde auf jene Annahme 'führen' soll, da doch in dieser 'Schilderung' von einer Zollerhebung irgend einer Art gar nicht, auch nicht andeutend, die Rede ist. Es lässt sich eben nur vermuthen, dass der Urheber der Hypothese vom 'Sundzoll' sich die Sache ähnlich vorgestellt und zurecht gelegt haben möge, wie diejenigen seiner Nachfolger, welche, indem sie sich seine Ansicht und mit ihr auch das in Rede stehende angebliche Beweismoment aneigneten und das gegebene Thema weiter auszuführen versuchten, sich naturgemäss genöthigt gesehen haben, in Ansehung des fraglichen Punktes eine deutlichere Sprache zu reden. Von ihnen hören wir denn, dass es sich in unserem Volksbeschlusse nicht um die Gestattung der Ausführung von Getreide aus Byzanz überhaupt, sondern nur um das Zugeständniss zollfreier Ausführung eines bestimmten Quantums an Getreide handeln könne. Man erlaubt sich also, in den Text der Urkunde einfach hineinzulesen, was gar nicht in ihr steht, und doch, wenn es gemeint wäre, nothwendig dastehen müsste, also, da nirgends eine Spur davon zu finden ist, unmöglich gemeint sein kann. Dass ein so willkürliches Deutungsverfahren an sich unzulässig und in dem vorliegenden Falle ein blosser Nothbehelf sei, wird auch zwischen den Zeilen wenigstens zugestanden, seine Anwendung aber durch die vorangeschickte Behauptung zu rechtfertigen versucht, dass die Annahme, dass Athen auch nur für Kriegszeiten nicht nur seinen Gegnern, sondern auch seinen Bundesorten die Zufuhr pontischen Kornes gesperrt, d. h. die Aushungerung der eigenen Bundesgenossen betrieben hätte, unmöglich sei. Allein diese Unmöglichkeit, welche eine andere wirkliche Unmöglichkeit als möglich erscheinen lassen soll, ist selbst nur scheinbar und lediglich eine Einbildung, welche durch die irrthümliche Vorstellung hervorgerufen worden ist, welche man sich von der Bedeutung der urkundlich bezeugten Maassregel gleichviel auf welche Veranlassung gebildet hat. Die Aushungerung der eigenen Bundesgenossen war weder ihr Zweck noch auch ihre Folge; Zweck war vielmehr allein, wie oben bemerkt, die Sicherung einer geregelten Verproviantirung Attika's während der Dauer einer vorübergehenden Nothlage, welche der Krieg herbeigeführt hatte, das Mittel zur Erreichung derselben eine genaue Controlle der Ausfuhr des pontischen Getreides von Byzantion nach anderen Häfen als dem Peiraeeus, und die Folge der Anwendung dieses Mittels für die Bundesgenossen Athens wie die Neutralen die Beschränkung der Ausfuhr auf das allerknappeste Maass des nachgewiesenen eigenen Bedarfes. Von einer Aushungerung der Bundes-

genossen würde unter diesen Umständen nur dann die Rede sein können, wenn sich nachweisen liesse, was eben nicht der Fall ist, dass die den Methonaeern ertheilte Ausfuhrerlaubniss die einzige oder eine von den wenigen gewesen sein müsste, welche damals bewilligt worden wären.

Sonach liegt kein Grund vor, die Urkunde durch eine rein willkürliche und unzulässige Deutung etwas ganz Anderes aussagen zu lassen, als was ihr einfacher und unzweideutiger Wortlaut allein besagen kann. Die von ihr bezeugte Thatsache ist zweifellos und unanfechtbar, steht aber zu dem hypothetischen 'Sundzoll' in gar keiner Beziehung und kann daher nicht als Beweismoment für sein Vorhandensein verwendet werden. Es lässt sich vielmehr nur sagen, dass, wenn im Jahre 426 von den Athenern bei Byzantion ein Zoll von der gesammten Pontischen Ausfuhr, also auch dem Getreide, wirklich erhoben wurde, die Methonaeer ihn ohne allen Zweifel von dem Getreide, welches sie auf Grund der ihnen ertheilten Erlaubniss ausführten, bei Heller und Pfennig haben zahlen müssen, da von einem Zollerlasse in der Urkunde mit keinem Worte die Rede ist.

In der vorstehenden Auseinandersetzung ist das Bruchstück eines Attischen Volksbeschlusses unberücksichtigt gelassen worden, welches Fr. Lenormant in den *Comptes rendus de l'académie des inscriptions et belles lettres* 1867 p. 35 ff. angeblich aus Fauvel's Papieren herausgegeben hatte, und das, wenn es ächt wäre, hier allerdings in Betracht kommen würde. Bereits in den Supplementen zur ersten Abtheilung der Attischen Inschriften IV, 1 p. 21 hatte ich meinem Zweifel an der Ächtheit Ausdruck gegeben und erklärt, dass ich das Stück erst dann der Sammlung einreihen könne, wenn festgestellt sein würde, dass unter den Papieren Fauvel's sich wirklich eine Copie der Inschrift, und zwar von seiner Hand geschrieben, vorfinde; allein es war mir bisher nicht möglich gewesen, die erforderliche Feststellung herbeizuführen. Als daher vor Kurzem Herr College Conze mir mittheilte, dass er in den Monaten October und November Paris zu besuchen und für eine wissenschaftliche Arbeit neben Anderem auch die Fauvel'schen Papiere zu durchmustern beabsichtige, so ersuchte ich ihn, bei dieser Gelegenheit sich der Mühwaltung zu unterziehen, festzustellen, ob eine Abschrift des bewussten Fragmentes sich unter ihnen vorfinde oder nicht. Er hat meinem Wunsche entsprochen und schreibt mir unter dem 22. und 27. October, dass es ihm nicht gelungen sei, die Inschrift unter den Fauvel'schen Papieren, weder

unter denen der Manuscriptenabtheilung, noch denen des *Cabinet des Estampes*, auf welche letztere Lenormant ausdrücklich verweist, aufzufinden, und er kaum glauben könne, sie übersehen zu haben. Für mich ist damit der Gegenstand erledigt; ich kann und werde in dem Fragmente nie etwas anderes sehen, als eine ziemlich ungeschickte Fälschung, welche am besten mit dem Mantel der Vergessenheit bedeckt wird, und weise die Zumuthung zurück, sie als wissenschaftliches Material anzuerkennen oder gar zu verwerthen.

Zur Thermodynamik der Atmosphaere.

Von Wilhelm von Bezold.

(Vorgetragen am 15. November [s. oben S. 1139].)

Zweite Mittheilung.

Potentielle Temperatur. Verticaler Temperaturgradient. Zusammengesetzte Convection.

In einer vor mehreren Monaten erschienenen Abhandlung[1] habe ich den Versuch gemacht, die Clapeyron'sche Methode der graphischen Darstellung thermodynamischer Processe so zu erweitern, dass sie die Anwendung auf atmosphaerische Vorgänge gestattet.

Zugleich habe ich an einigen Beispielen gezeigt, wie sich mit Hülfe dieser Darstellungsweise selbst verwickelte Erscheinungen verhältnissmässig leicht überblicken lassen, und wie man durch sie in den Stand gesetzt ist, beinahe spielend die wichtigsten Folgerungen zu ziehen.

Im Nachstehenden soll nun die gleiche Methode auf einige weitere damals noch nicht oder nur flüchtig berührte Fragen angewendet werden.

Vor Allem will ich mich mit einem Begriffe beschäftigen, den ganz vor Kurzem Hr. von Helmholtz[2] in die Meteorologie eingeführt hat, und der mir für diese Wissenschaft eine hohe Bedeutung zu besitzen scheint. Es ist dies der Begriff des »Wärmegehaltes«.

Hr. von Helmholtz misst den »Wärmegehalt« einer Luftmenge durch die absolute Temperatur, welche eben diese Menge annimmt, wenn sie adiabatisch auf den Normaldruck gebracht wird.

Die Grösse, um die es sich hier handelt, ist demnach nicht, wie man leicht glauben könnte, eine Wärmemenge, sondern eine Temperatur, und schien es mir deshalb gleich bei dem ersten Studium der erwähnten Abhandlung wünschenswerth, die Bezeichnung »Wärmegehalt« durch eine andere zu ersetzen.

---

[1] Diese Berichte f. 1888 S. 485—522.

[2] Über atmosphaerische Bewegungen. Ebendas. S. 647—663.

Bei einem hierauf bezüglichen Gespräche erkannte Hr. von Helmholtz das von mir geäusserte Bedenken als berechtigt an und schlug vor, das Wort »Wärmegehalt« durch die offenbar viel zutreffendere Bezeichnung »potentielle Temperatur« zu ersetzen.

Diese Bezeichnung soll nun auch im Nachstehenden ausschliesslich verwendet werden. Zunächst aber soll dieser Begriff selbst genauer betrachtet, seine Darstellung im Diagramm versucht, und ein allgemeines Theorem aus demselben abgeleitet werden.

1. Die potentielle Temperatur.

Die »potentielle Temperatur« ist nach dem eben Gesagten jene absolute Temperatur, welche ein Körper annimmt, wenn er ohne Wärmezufuhr oder Wärmeentziehung — adiabatisch bez. pseudoadiabatisch — auf den Normaldruck gebracht wird.

Ich gebe hierbei der Definition absichtlich die hier gewählte Form, da es sich für mich eben um Anwendung des Begriffes auf meteorologische Vorgänge handelt, und da hierbei Vorgänge ohne Wärmezufuhr und Wärmeentziehung nicht streng genommen adiabatische im gewöhnlichen Sinne des Wortes zu sein brauchen.

Wie ich in der früheren Abhandlung gezeigt habe, hat man es mit solchen nur dann zu thun, wenn das bei der Condensation gebildete Wasser nicht herausfällt, sondern mitgerissen wird, eine Bedingung, die nur ausnahmsweise erfüllt sein wird.

Sowie Wasser herausfällt, und dies ist doch die Regel, hat man es, auch wenn keine Wärme zugeführt oder entzogen wird, doch nur mit einem pseudoadiabatischen Vorgange zu thun.

Wenn demnach im Folgenden von adiabatischen Änderungen gesprochen wird, so sollen immer die pseudoadiabatischen mitinbegriffen sein, sofern dies nicht durch die Bezeichnung »streng adiabatisch« ausgeschlossen wird.

Dies vorausgeschickt, mag nun vor Allem versucht werden, ob und wie sich die »potentielle Temperatur« im Diagramm darstellen lässt.

Die Antwort auf diese Frage ist ausserordentlich einfach.

Aus der Zustandsgleichung des Trockenstadiums

$$vp = R^* T$$

ergiebt sich nämlich

$$v = \frac{R^*}{p} T,$$

oder wenn man für p den Normaldruck p_0 einsetzt,

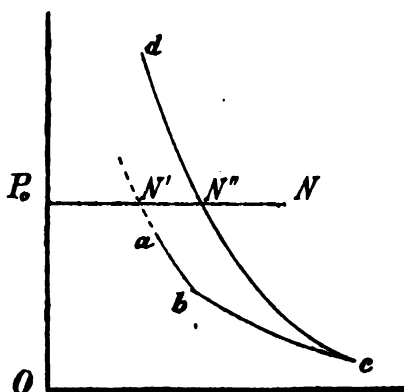
$$v = \frac{R^*}{p_0} T.$$

Bei constantem Drucke ist demnach die absolute Temperatur einfach dem Volumen d. h. der Abscisse proportional.

Diese absolute Temperatur bei dem Drucke p_0 ist aber die »potentielle Temperatur« für alle Zustände, welche auf einer durch den Punkt mit den Coordinaten v und p_0 gehenden Adiabate ihre Versinnlichung finden.

Man erhält demnach die Regel:

Fig. 1.



»Ist irgend ein Zustand gegeben, der im Diagramm (Fig. 1) durch den Punkt a versinnlicht wird, so findet man die zugehörige potentielle Temperatur, indem man durch a eine Adiabate legt und ihren Schnittpunkt N' mit einer der Abscissenaxe parallelen um p_0 von ihr abstehenden Geraden P_0N sucht. Die Entfernung dieses Schnittpunktes von der Ordinatenaxe — die Abscisse des Schnittpunktes — liefert alsdann ein Maass für die potentielle Temperatur.«

Rechnerisch findet man die zu p_0 gehörigen Werthe von v und T, die ich nun mit Rücksicht auf den Punkt N' der Figur durch v' und T' bezeichnen will, während die dem Zustande a entsprechenden v_a und T_a heissen sollen, durch Verbindung der Gleichung der Adiabate

$$p_a v_a^{\varkappa} = p_0 v'^{\varkappa}$$

und der Zustandsgleichung

$$\frac{p_a v_a}{T_a} = \frac{p_0 v'}{T'} = R^*$$

und erhält dadurch

$$T' = \left(\frac{p_0}{p_a}\right)^{\frac{\varkappa - 1}{\varkappa}} T_a,$$

wo $\varkappa = 1.41$ ist.[1]

Diese einfache Betrachtungsweise ist jedoch nur zulässig, so lange sich die Zustandsänderung innerhalb des Trockenstadiums bewegt.

Wird dieses Stadium verlassen, dann hat die zu einem bestimmten Ausgangspunkte gehörige potentielle Temperatur keinen constanten Werth mehr, sondern sie wächst mit der Menge des herausgefallenen Niederschlags.

[1] In der früheren Abhandlung wurde in Folge eines Übersehens k statt $\varkappa$ gesetzt.

Ein Blick auf die Figur genügt, um dies einzusehen:

Gesetzt, die durch a gelegte Adiabate des Trockenstadiums treffe die Thaupunktscurve — die der Einfachheit wegen nicht in die Figur aufgenommen ist — in b, und man lasse nun noch weiter expandiren, so hat man von b ab auf die Adiabate (Pseudoadiabate) des Regen- oder Schneestadiums überzugehen, d. h. auf bc weiter zu schreiten.

Sucht man nun für einen Punkt c dieser Linie — um die Figur zu vereinfachen, führe ich die Linie bc eben nur bis zu diesem Punkte — die potentielle Temperatur, indem man sie wieder adiabatisch auf den Normaldruck bringt, dann darf man nicht etwa auf dem Curvenstücke bc zurücklaufen, da wegen des herausgefallenen Wassers die auf diesem Stücke repraesentirten Zustände nicht wieder erreichbar sind, sondern man kann nur auf der dem Trockenstadium — aber einem Trockenstadium mit geringerer Dampfmenge als oben — entsprechenden Adiabate cd die Linie des Normaldruckes erreichen.

Bezeichnet man den Punkt, in welchem dies geschieht durch N'', dann hat man als Maass der potentiellen Temperatur die Länge $P_0N'' > P_0N'$. D. h. die potentielle Temperatur T'', wie sie bei adiabatischer Änderung nach Übergang in das Condensationsstadium und nach Ausscheidung von Wasser erreicht wird, ist grösser als die potentielle Temperatur T' des Anfangszustandes und der sämmtlichen vorher im Trockenstadium durchlaufenen Zustände.

Analytisch lässt sich dies folgendermaassen beweisen: Für den Übergang von a nach b gilt die Gleichung

$$p_a v_a^{\varkappa} = p_b v_b^{\varkappa} = C'.$$

Bliebe diese Gleichung auch nach Überschreiten der Sättigungscurve in Kraft, so erhielte man für den zu dem Volumen v_c gehörigen Druck einen Werth $p_\gamma < p_c$, wenn p_c der Druck ist, der im Condensationsstadium thatsächlich dem Volumen v_c entspricht.

Nun ist aber

$$p_c v_c^{\varkappa} = p_d v_d^{\varkappa} = C''$$

und da

$$p_\gamma v_c^{\varkappa} = p_b v_b^{\varkappa} = C'$$

und $p_\gamma < p_c$, auch

$$C' < C''.$$

Hieraus folgt aber weiter, dass $v'' > v'$ und $T'' > T'$ ist, wenn v' und v'' die zu dem Normaldrucke p_0 gehörigen Volumina auf den Adiabaten ab und cd sind; denn es ist

$$p_0 v'^{\varkappa} = C'$$

und

$$p_0 v''^{\varkappa} = C'',$$

und es gilt überdies die Gleichung

$$v' : v'' = T' : T''.$$

Man gelangt mithin zu dem Satze:

»Bei adiabatischen Zustandsänderungen feuchter Luft bleibt die »potentielle Temperatur ungeändert, so lange das Trockenstadium »nicht verlassen wird, sie steigt jedoch mit eintretender Condensation »und zwar um so mehr, je mehr Wasser ausgeschieden wird.«

Da in der freien Atmosphaere im Allgemeinen Verdunstung ausgeschlossen ist, und da auch das Mitreissen alles gebildeten Wassers wenigstens bei stärkerer Condensation nur als Ausnahmsfall betrachtet werden muss, so kann man diesen Satz auch in die nachstehende Form bringen:

»Adiabatische Zustandsänderungen in freier Atmosphaere — unter »Ausschluss der Verdunstung — lassen die potentielle Temperatur »entweder ungeändert oder sie erhöhen dieselbe.«

Aus diesem Satze der in der letztgewählten Form an das Clausius'sche Theorem hinsichtlich der Entropie erinnert: »Die Entropie »strebt einem Maximum zu« mit demselben aber nicht identisch ist, kann man höchst wichtige Folgerungen ziehen.

Ihnen sollen die beiden nächsten Abschnitte gewidmet sein.

2. Der verticale Temperaturgradient.

Alle Bewegungen in der Athmosphaere kann man in verticale und in horizontale zerlegt denken. Die letzteren sind sofern sie nicht unmittelbar über die Erdoberfläche hinwegstreichen, thermodynamischen Änderungen nur in geringem Maasse unterworfen.

Dagegen spielt die thermodynamische Abkühlung oder Erwärmung in Folge der Expansion oder Compression bei den auf- und absteigenden Strömen eine ganz gewaltige Rolle.

Die horizontalen Bewegungen sollen deshalb hier ganz ausser Betracht bleiben, die Vorgänge in den verticalen Strömungen aber eingehend untersucht werden.

Die in auf- und absteigenden Strömen vor sich gehenden Zustandsänderungen wird man, so lange man sich mit einer ersten Annäherung begnügt, und das muss man einstweilen, in der freien Atmosphaere als adiabatische betrachten dürfen, da dort zu lebhafter Aus- und Einstrahlung nur wenig Gelegenheit gegeben ist.

Dagegen wird sich die Wärmeaufnahme und Wärmeabgabe überall dort entschieden geltend machen, wo entweder das Absorptions- und Emissionsvermögen ungewöhnlich gesteigert ist, oder wo die Luft mit Körpern in unmittelbarer Berührung steht, die selbst stark emittiren und absorbiren oder sonstwie Wärme aufnehmen oder abgeben können.

Dies ist der Fall:

a) In der Nähe der Erdoberfläche, wo neben dem durch Trübung gesteigerten Absorptions- und Emissionsvermögen der Luft die Erwärmung und Abkühlung des Bodens durch Strahlung, sowie Verdunstung, Thau- und Reifbildung, Aufthauen und Gefrieren mächtig eingreifen.

b) In Nebeln oder Wolken, die auch bedeutendes Absorptions- und Emissionsvermögen besitzen und wo ebenfalls die Verdunstung eintreten kann; und zwar werden es vorzugsweise die oberen Grenzschichten der Wolken sein, welche man hierbei zu beachten hat.

Sofern man demnach die oben bezeichneten Stellen ausser Acht lässt und auch von Mischung mit anderen Luftmengen absieht, wird man annäherungsweise die Vorgänge in auf- und absteigenden Strömen als adiabatische ansehen dürfen.

Ja selbst unter Berücksichtigung der genannten Stellen wird man ein unter der Annahme adiabatischer Veränderung entworfenes Schema in gewissem Sinne als ein mittleres oder normales Schema betrachten dürfen, da ein solches immer eine Zwischenstellung einnimmt zwischen solchen, wo die Einstrahlung, und jenen, bei welchen die Ausstrahlung überwiegt.

Wie sich ein solches Übergewicht äussern muss, dies wurde schon in der ersten Mittheilung angedeutet, wo der Austausch der Luft zwischen Cyklone und Anticyklone im Sommer und im Winter wenigstens den Hauptzügen nach untersucht wurde.

Hierbei hat man jedoch nicht nöthig, sich auf Sommer oder Winter zu beschränken, sondern man kann vielmehr das auf den Sommer bezügliche Schema[1] allgemein auf jene Fälle anwenden, wo die Einstrahlung überwiegt, d. h. abgesehen vom Sommer selbst, auf den Tag und auf die heisse Zone, das auf den Winter bezügliche aber, abgesehen von der genannten Jahreszeit, auch auf die Nacht und auf die kalte Zone.

Dieses normale Schema für den auf- und absteigenden Strom wird sich demnach darstellen wie Fig. 1 es versinnlicht.

---

[1] Hinsichtlich dieses Schema's muss auf die am Ende gegebene Berichtigung verwiesen werden.

Das Stück *ab* bezieht sich auf den aufsteigenden Strom im Trockenstadium, *bc* ist dessen Fortsetzung im Stadium der Condensation, *cd* endlich das Curvenstück, wie es dem absteigenden Strome entspricht.

Dieses Schema unterscheidet sich nur wenig von jenem, was in der ersten Abhandlung auf S. 515 für den Föhn mitgetheilt wurde.

Man kann dies auch nicht anders erwarten, da man es beim Föhn eben mit einem auf- und absteigenden Luftstrome zu thun hat, bei welchem wegen der Geschwindigkeit, mit welcher sich der ganze Vorgang abspielt, zu Wärmeaufnahme und -Abgabe nur wenig Gelegenheit geboten ist.

Übrigens unterscheidet sich das hier als »normales Schema« in Fig. 1 dargestellte Diagramm doch etwas von jenem für den Föhn gültigen, und zwar dadurch, dass der Ast *cd* länger ist.

Bei dem gewöhnlichen Austauch zwischen Cyklone und Anticyklone herrscht nämlich im Grunde der letzteren immer höherer Druck, als an der Basis der ersteren, d. h. der Endpunkt *d* muss im normalen Schema immer höher liegen als der Anfangspunkt *a*, was beim Föhndiagramm nicht der Fall ist.

Überhaupt hat man den Vorgang beim Föhn nur als ein in den normalen Austausch zwischen Anticyklone und Cyklone eingeschobenes Stück zu betrachten.

Der Übergang über das Gebirge bedingt hier ein vorzeitiges Aufsteigen und darauf folgendes Herabsinken, dem dann erst das definitive Aufsteigen in der Cyklone folgt.

Dies vorausgeschickt, sollen nun die Vorgänge beim Austausch nach dem normalen Schema etwas genauer betrachtet werden.

Führt man hierbei den Begriff der potentiellen Temperatur ein, so gelangt man ohne jegliche Schwierigkeit zu den folgenden Sätzen:

a) »Im aufsteigenden Aste[1] nimmt die potentielle Temperatur von »dem Beginne der Condensation an fortwährend zu, im absteigenden »bleibt sie constant auf dem bei dem ganzen Processe erreichten »Maximalwerth.«

»Dieser Maximalwerth entspricht zugleich dem höchsten Punkte, »zu dem die Luft auf ihrem Wege emporgestiegen ist.«

b) »Die potentielle Temperatur der oberen Schichten der Atmo»sphaere ist im Allgemeinen höher als die der unteren.«

Der erste von diesen beiden Sätzen ergiebt sich unmittelbar aus der Figur, der zweite folgt daraus, dass die potentielle Temperatur in den untersten Schichten bei dem fortgesetzten Wechsel zwischen Cyklone und Anticyklone einen Mittelwerth besitzen muss, der zwischen

[1] Als aufsteigender Ast ist hier das Stück *ab* bezeichnet, welches dem Aufsteigen in der Atmosphaere entspricht, als absteigender das Stück *cd*.

dem Maximalwerthe T'' und dem der Basis der Cyklone, d. i. dem Punkte a entsprechenden kleineren Werthe T' liegt.

Dieser Mittelwerth ist aber jedenfalls kleiner als der dem höchsten Punkte der Bahn und damit dem Zustande c entsprechende Maximalwerth T'' und damit ist Satz b. bewiesen.

Hieraus folgt nun, dass die Temperaturabnahme für constante Erhebung oder sagen wir lieber gleich für 100^m^, d. i. der sogenannte »verticale Temperaturgradient« im Mittel kleiner ist als er sich aus der Theorie für das Trockenstadium ergiebt.

Für letzteres beträgt er bekanntlich 0,993, d. h. unter der Voraussetzung adiabatischer Änderung hat man im Trockenstadium für 100^m Steigung eine Temperaturabnahme von etwa 1° C. zu erwarten.

Diesen Werth will ich $= \nu$ setzen.

Die eben aufgestellten Sätze über die potentielle Temperatur zeigen nun sofort, dass unter der Annahme adiabatischen Austausches der wirkliche Werth kleiner sein muss als ν.

Man entnimmt dies aus der nachstehenden Betrachtung:

Seien t_a und t_d die Temperaturen an der Basis der Cyklone und Anticyklone, d. h. am Ausgangs- und Endpunkte des auf- und absteigenden Stromes, so werden sich diese unter der Voraussetzung vollkommen adiabatischer Änderung im Allgemeinen nicht sehr viel von den potentiellen Temperaturen T' und T'' unterscheiden, wie sie dem auf- und absteigenden Aste im Trockenstadium bez. den durch die Curvenstücke ab und cd (Fig. 1) versinnlichten Zuständen entsprechen.

Dabei ist die Abweichung von diesen Temperaturen stets derartig, dass $t_a < T'$ und $t_d > T''$ ist. Da nämlich der Druck p_a am Boden der Cyklone jedenfalls kleiner, der Druck p_b am Boden der Anticyklone aber grösser ist als der Normaldruck — wenigstens als ein für diesen Fall passend gewählter, zwischen p_a und p_b liegender, Normaldruck — so wächst die Temperatur t_a durch Rückführung auf diesen Druck, während t_d durch den entsprechenden Vorgang sinkt.

Da hierdurch die Behauptung $t_a < T'$ und $t_d > T''$ erwiesen ist, und da überdies $T'' > T'$, so ist um so mehr $t_d > t_a$.

Im höchsten Punkte seiner Bahn, wie er dem Punkte c des Diagramms entspricht, hat nun das Lufttheilchen eine potentielle Temperatur T'', d. i. genau dieselbe wie im Endpunkte d.

Angenommen nun, dieser Punkt liege $100 \cdot h^m$ über der Erdoberfläche, so ergiebt sich für den absteigenden Ast als Temperaturgradient, d. h. als Temperaturzunahme für je 100^m Sinken, der bekannte Werth

$$n'' = \frac{t_d - t_c}{h} = \nu .$$

Für den aufsteigenden Ast hingegen erhält man einen Werth

$$n' = \frac{t_a - t_c}{h},$$

wenn man der Vereinfachung wegen die zwischen oben und unten herrschende Temperaturdifferenz auf die ganze Höhe gleichmässig vertheilt.

Dies ist freilich nicht strenge richtig, da der aufsteigende Ast zwei Stadien, allenfalls noch mehr in sich schliesst: das Trockenstadium und das Regen- oder Schneestadium, vielleicht auch noch das Hagelstadium oder alle zusammen. Immerhin ist die hier in Formel angegebene Art der Berechnung des mittleren Gradienten die einzige, die man anwenden kann, wenn man nur eine obere und eine untere Station hat, jedenfalls aber bleiben die nachstehenden Betrachtungen wenigstens dem Sinne nach auch dann gültig, wenn man strengere Formeln anwenden kann.

Es ist nämlich bei rein adiabatischer Änderung jedenfalls $t_a < t_d$ und mithin auch

$$n' < n''.$$

Zu dem gleichen Resultate gelangt man auch, wenn man einfach berücksichtigt, dass der verticale Gradient innerhalb der Condensationsstadien erheblich geringer ist als im Trockenstadium. Wenn demnach der grösste im aufsteigenden Aste in Betracht kommende Gradient $n'' = \nu$ ist, so muss das Mittel von allen jedenfalls kleiner sein.

»Bei rein adiabatischem Auf- und Absteigen unter Eintritt in »die Condensationsstadien ist demnach der mittlere verticale Tempe- »raturgradient im aufsteigenden Aste stets kleiner als im absteigenden.«

Denkt man sich nun Gebiete auf- und absteigender Strömung abwechselnd über ein und denselben Punkt der Erdoberfläche hinwegziehend, so erhält man für den mittleren verticalen Temperaturgradienten einen Werth n, der jedenfalls zwischen n' und n'' steht, mithin der Bedingung genügt:

$$n \gtrless \begin{matrix} n' \\ n'' \end{matrix},$$

wobei $n'' = \nu$ nahezu constant, n' aber je nach der Anfangstemperatur und dem anfänglichen Wassergehalte der Luft innerhalb breiter Grenzen veränderlich ist.

»Der mittlere verticale Temperaturgradient ist demnach unter »Voraussetzung adiabatischer Veränderungen feuchter, den Condensationspunkt erreichende Luft, jedenfalls kleiner als bei trockener Luft.«

Man sieht hieraus, dass die Berücksichtigung der Condensation allein schon hinreicht, um die Abweichung des aus den Beobach-

tungen ermittelten verticalen Temperaturgradienten von dem unter Zugrundelegung trockener Luft berechneten dem Sinne nach zu erklären, auch wenn man an der Voraussetzung rein adiabatischer Änderungen festhält.

Diese Voraussetzung ist aber in Wirklichkeit wohl nie genau erfüllt, und ist es deshalb nöthig, den Einfluss, den die Abweichung von diesem gewissermaassen als Normalfall betrachteten Vorgang im einen oder im anderen Sinne auf den verticalen Temperaturgradienten äussert, genauer zu betrachten.

Am einfachsten geht dies wiederum durch Einführung des Begriffes der »potentiellen Temperatur«.

Man kann nämlich die ganze eben durchgeführte Betrachtung in die folgenden Sätze zusammenfassen:

»Ist die potentielle Temperatur oben und unten die gleiche bez. »constant durch die ganze betrachtete Luftschicht, so hat der verti»cale Temperaturgradient den bekannten Werth $n = \nu$.

»Ist die potentielle Temperatur in den oberen Schichten höher »als in den unteren, und dies ist im Allgemeinen der Fall, so ist »der Temperaturgradient kleiner, und zwar um so kleiner, je grösser »bei einem gegebenen Höhenunterschiede die Differenz der poten»tiellen Temperaturen wird.«

Bezeichnet man die potentielle Temperatur der oberen Schichten durch T_s, jene der unteren durch T_i, so ist demnach für

$$T_s > T_i$$

jederzeit

$$n < \nu$$

und zwar wachsen die Differenzen $T_s - T_i$ und $\nu - n$ stets gleichzeitig.

Starke Abkühlung in den untersten Schichten hat nun jederzeit Abnahme von T_i, damit auch Abnahme von n zur Folge, wobei innerhalb mässiger Höhen sogar ein Zeichenwechsel von n vorkommen kann. In letzterem Falle ist die Temperatur unten tiefer als in etwas höheren Schichten und dann hat man die sogenannte Temperaturumkehrung.

Ist die Abkühlung nicht stark genug, um eine förmliche Umkehrung zu Stande zu bringen, so macht sie sich doch durch Abnahme des Gradienten geltend.

Solch' starke Abkühlung in den untersten Schichten tritt immer ein zu Zeiten gesteigerter Ausstrahlung, also im Gebiete der Anticyklone, d. h. bei heiterem Himmel im Winter und in der Nacht.

Es muss mithin im Winter und in der Nacht der verticale Temperaturgradient kleiner sein als im Sommer und am Tage, wenn nicht sogar Umkehrung in der Temperaturvertheilung eintritt.

Dies stimmt mit den Beobachtungen vollkommen überein, wie besonders die vielen Thatsachen beweisen, welche Hr. Hann und Andere aus dem Alpengebiete gesammelt haben.

Dagegen lehrt die hier durchgeführte Untersuchung, dass man die Temperaturumkehr und die damit verwandte Verminderung des verticalen Gradienten nicht als eine nur den Gebirgsgegenden eigenthümliche Erscheinung aufzufassen habe, sondern dass man sie auch über dem ebenen Lande, und sofern nicht die heftige Luftbewegung störend dazwischen tritt, auch über dem Meere zu erwarten habe.

Man wird deshalb auch Hrn. Woeikoff beipflichten dürfen,[1] wenn er aus einigen wenigen Angaben den Schluss zieht, dass diese Umkehrung auch im Gebiete der grossen winterlichen Anticyklone Ostsibiriens zu erwarten sei.

Dagegen möchte ich ihm nicht beistimmen, wenn er daraus folgern will, dass die HH. Wild und Hann diesen Umstand beim Ziehen ihrer Isothermen hätten berücksichtigen sollen, und erachte ich den von ihnen festgehaltenen Standpunkt für vollkommen berechtigt.[2]

Einen directen Beweis für die Umkehrung der Temperatur über den Tiefländern kann man freilich erst von Ballonfahrten erwarten.

Inwiefern gerade die Ausstrahlung die Umkehrung oder wenigstens die Verminderung des Gradienten bedingt, dies wird man aus einer demnächst zu veröffentlichenden Arbeit ersehen, welche Hr. Sühring auf meine Veranlassung ausgeführt hat, und bei welcher die verticalen Temperaturgradienten zwischen Eichberg und Schneekoppe sowie zwischen Neuenburg und Chaumont je nach den Bewölkungsverhältnissen getrennt untersucht wurden.

Nicht unwahrscheinlich ist es, dass auch über Meeren, und zwar dort sogar zu Zeiten der stärkeren Einstrahlung Verminderung des Gradienten, wenn nicht gar Temperaturumkehrung vorkommen, da dort die lebhafte Verdunstung im Vereine mit der Beweglichkeit des Wassers der Steigerung der Temperatur unübersteigliche Grenzen setzt.

Die Stabilität der atlantischen Anticyklone während der Sommermonate dürfte in diesem Umstande ihre Begründung finden.

Die Fälle, in welchen die Wärmezufuhr am Erdboden gesteigert ist, bedürfen bei der hier in's Auge gefassten Frage keiner besonderen Berücksichtigung. Der Gradient kann nämlich höchstens für kurze Zeit den Werth ν, wie er sich für die Ausdehnung bez. Compression trockener Luft ergiebt, übersteigen. Tritt dieser Fall ein,

---

[1] Klimate der Erde, 1887, Bd. II. S. 322 ff. — Meteor. Zeitschr. Bd. I. S. 443 ff.
[2] Hann. Atlas d. Met. 1887, S. 5. — Wild, Repert. Bd. XI. 1888. Nr. 14.

so hat man nach den Untersuchungen von Reye und Anderen labiles Gleichgewicht vor sich, mithin einen Zustand, der nur vorübergehend vorkommen kann, wie bei Wirbelstürmen oder auch bei Gewittern.

Es bleiben demnach auch bei stärkster Einstrahlung die eben angestellten Betrachtungen in Gültigkeit.

Dagegen kann es grösseres Bedenken erregen, dass nicht nur im Mittel aller Fälle, sondern auch dann, wenn man nur die Gebiete aufsteigenden Stromes und zwar noch unterhalb der Wolkengrenze, d. h. bei mässiger Höhe der oberen Station untersucht, der verticale Gradient doch immer noch kleiner bleibt als ν.

Der Grund dürfte wesentlich darin zu suchen sein, dass die von mir sowie auch die von anderen Forschern in dieser Richtung angestellten Betrachtungen sämmtlich auf einer stillschweigenden Voraussetzung beruhen, die nur in sehr beschränktem Umfange zulässig ist.

Sie fussen nämlich sämmtlich auf der Annahme, dass die von der Erde aufsteigende Luft, abgesehen von der durch die adiabatische Ausdehnung bedingten Wasserabgabe in ihrer Zusammensetzung keine Veränderung erleide, d. h. keinerlei Vermischung mit Luftmengen von anderer Temperatur und anderem Feuchtigkeitsgehalte, sowie dass jedes bei dem Austausche zwischen Cyklone und Anticyklone betrachtete Lufttheilchen den ganzen Weg von der Erdoberfläche bis an die Grenze der Atmosphaere und wieder zurück durchlaufe.

Dies ist aber durchaus nicht der Fall. Es kommt vielmehr nur ein kleiner Bruchtheil der in Betracht zu ziehenden Luft mit dem Boden in Berührung oder in unmittelbare Nähe desselben und ähnlich verhält es sich mit dem Aufsteigen bis zur Grenze der Atmosphaere oder wenigstens bis zu den höchsten bei dem ganzen Vorgange jeweils betheiligten Schichten.

Es werden vielmehr in den aufsteigenden Wirbel auch Luftmassen von der Seite hineingezogen, die noch nicht bis zum Boden herabgesunken waren, und dementsprechend von der Aus- und Einstrahlung unberührt blieben, die in jenen Schichten ihren Sitz hat, und die auch keine Gelegenheit hatten, an der Erdoberfläche Wasser aufzunehmen.

Da diese aus den höher liegenden Theilen der Anticyklone herrührenden Luftmassen im Allgemeinen höhere potentielle und demnach auch höhere absolute Temperatur haben werden als die in gleicher Meereshöhe liegenden Theile der Cyklone, so wird die Beimischung derselben die Abkühlung der aufsteigenden Luft vermindern, und sowohl dadurch als durch den geringen Wassergehalt, welchen sie besitzen, das Eintreten der Condensation verzögern.

Es wird demnach in der Cyklone für sich allein der verticale Temperaturgradient auch unterhalb der Wolken kein so grosser sein, als man ihn nach dem Gesetze der adiabatischen Änderung ohne Beimischung fremder Luftmengen im Trockenstadium zu erwarten hätte. Ähnlich, wenn auch nicht in gleich hohem Maasse, verhält es sich mit dem absteigenden Strome, der in seiner oberen Hälfte auch von Theilen der Cyklone gespeist wird, in denen die Condensation noch nicht so weit vorgeschritten und noch nicht die hohe potentielle Temperatur der obersten bei dem ganzen Vorgange betheiligten Schichten erreicht ist.

Mithin wird in der Wirklichkeit sowohl der auf- als auch der absteigende Ast von dem Schema abweichen und wird sich bei beiden der verticale Gradient mehr oder minder jenem mittleren nähern, wie man ihn findet, wenn man Auf- und Niedergang als ein zusammengehöriges Ganzes auffasst.

Diese Betrachtungen stehen ganz im Einklange mit den Thatsachen. Auch wenn man den verticalen Temperaturgradienten aus Beobachtungen von Stationen ermittelt, von denen die obere noch nicht so hoch liegt, dass sie sich sehr häufig innerhalb der Wolken befindet, gelangt man zu Temperaturgradienten, die im Allgemeinen weit hinter den für das Trockenstadium berechneten zurückbleiben, was grossentheils nur durch die eben geschilderte Mischung erklärlich ist. Auch die Beobachtungen der Wolken stimmen vollkommen aus dem überein, was sowohl über die Temperaturverhältnisse als über die Feuchtigkeit gesagt wurde.

Wie man sich durch eine einfache Zeichnung klar machen kann[1], wird wesentlich nur der centrale Theil einer Cyklone von Luftmengen gespeist, die über die Erdoberfläche selbst hingestrichen sind, während die peripherischen mehr und mehr Luft aus höheren Schichten erhalten werden, wodurch ihre untere Begrenzungsfläche gehoben, ihre Mächtigkeit aber vermindert werden muss. Thatsächlich hängen auch die Wolken im Centrum der Cyklone am tiefsten herab und heben sie sich nach dem Rande zu, genau wie es die Feuchtigkeitsverhältnisse und die höhere potentielle Temperatur der beigemischten Mengen fordern. Auch geben die Wolkenfransen, die man besonders an bewaldeten Bergen bei der Herrschaft einer Cyklone unterhalb der Wolkendecke sieht und an denen man das Aufsteigen in schiefer Linie vorzüglich verfolgen kann, im Verein mit den die Peripherie der zusammenhängenden Decke umkreisenden Wolkenfetzen ein vorzügliches Bild von der eben geschilderten Mischung.

---

[1] S. z. B. Mohn Grundzüge 3. Aufl. 1883, S. 261.

Selbstverständlich beziehen sich all' diese Betrachtungen nur auf die Verhältnisse, wie man sie bei dem Luftaustausch zwischen Cyklone und Anticyklone gewöhnlich vor sich hat.

Vorgänge, bei denen man es mit labilem Gleichgewichte zu thun hat, wie dies z. B. bei den grossen Frontgewittern der Fall ist, wo sich ein Wirbel mit langer horizontaler Axe rasch fortwälzt, und zugleich auf Seite des absteigenden Stromes bei höherem Luftdrucke gewaltige Niederschläge und Abkühlung bringt, während auf der vorderen aufsteigenden Seite die Trübung erst beginnt, solche Vorgänge bedürfen ganz besonderer Untersuchung, die für spätere Gelegenheit aufgespart werden mag.

Hier soll aus den Sätzen über die potentielle Temperatur nur noch eine Folgerung gezogen werden, welche mir geeignet scheint auf den Wärmeaustausch in der Atmosphaere ein neues Licht zu werfen, und die besonders vom klimatologischen Standpunkte aus Beachtung verdienen dürfte.

3. Die zusammengesetzte Convection.

Oben wurde gezeigt, dass bei adiabatischem Übergange der Luft aus Cyklone in Anticyklone im absteigenden Aste die potentielle Temperatur höher ist als im aufsteigenden.

Daraus folgt, dass im absteigenden Aste schon nach Erreichung des Anfangsdruckes eine höhere Temperatur herrscht, als im Ausgangspunkte, noch mehr am Endpunkte, d. h. am Grunde der Anticyklone wo erfahrungsmässig, bez. aus mechanischen Gründen, der Druck stets höher ist.

Es handelt sich demnach bei diesem Übergange der Luft nicht nur um eine einfache Übertragung der am Boden der Cyklone der Luft innenwohnenden Wärmemenge, hier kann man passend sagen des ursprünglichen Wärmegehaltes, sondern diese Wärmemenge ist vermehrt um die Condensationswärme, welche im Stadium der Condensation einen Theil der Expansionsarbeit geleistet, und dadurch die Abkühlung auf ein geringeres Maass herabgesetzt hat.

Selbst wenn in Folge starker Wärmeentziehung am Boden der Anticyklone die Luft schliesslich kälter ist, als bei rein adiabatischem Übergange hätte sein sollen; ja sogar wenn Temperaturumkehrung eingetreten ist, so ist die Temperatur am Endpunkte doch immer noch höher als wenn der Transport der Luft im Niveau der Erdoberfläche erfolgt wäre und die abkühlenden Ursachen die gleichen geblieben wären.

»Die Condensationswärme — negative Verdampfungswärme oder, »wie man früher sagte, frei werdende latente Wärme — kommt »jenen Gegenden zu gute, an denen der absteigende Strom den Erd»boden erreicht.«

Man kann deshalb den ganzen Vorgang mit jenem einer Dampfluftheizung vergleichen.

Feuchte Luft steigt in der Cyklone auf, erreicht das Condensationsstadium und kühlt sich von da an minder stark ab, da eben die Condensationswärme einen Theil der erforderlichen Arbeit leistet. Die so ersparte Wärme tritt dann im absteigenden Strome wieder auf und wird schliesslich den Punkten zugeführt, an denen der absteigende Strom den Erdboden erreicht.

Ich halte es für passend, Wärmeübertragungen, bei welcher neben dem Transporte erwärmter oder abgekühlter Körper noch Änderungen des Aggregatzustandes in's Spiel kommen, mit einem besonderen Namen zu belegen, und schlage dafür die Bezeichnung »zusammengesetzte Convection« oder »zusammengesetzte Übertragung« vor.

Solch' zusammengesetzter Convection begegnet man, wenn Dampf an einem Orte gebildet und an einem anderen niedergeschlagen wird, oder wenn Eis als Schnee oder Hagel herabfällt, oder etwa in Gestalt von Eisbergen durch Ströme fortgetragen wird.

Wendet man diese Bezeichnung auf die oben angestellte Betrachtung an, so gelangt man zu dem Satze:

»In Folge der zusammengesetzten Convection ist die Temperatur »im anticyklonalen Gebiete stets höher als dies bei einfacher Über»tragung der Fall wäre.«

Von ganz besonderem Interesse ist die Anwendung dieses Satzes auf die warme Zone — ich sage absichtlich nicht Tropenzone, da ich sie nicht durch die Wendekreise begrenzt ansehen möchte — d. h. auf die Calmenzone und die ihr auf beiden Seiten vorgelagerten Ringe höheren Luftdruckes, von denen freilich der nördliche vielfach durchbrochen ist.

Der eben ausgesprochene Satz lehrt nämlich, dass diese beiden Ringe in Folge der zusammengesetzten Convection viel wärmer sind, als es der Fall wäre, wenn man es bei dem ganzen Austausch nur mit trockener Luft oder nur mit Bewegungen in einem Niveau zu thun hätte.

Die warme Zone wird also hierdurch verbreitert, und zugleich findet innerhalb derselben eine Abstumpfung der Temperatur-Verschiedenheiten statt.

In der Calmenzone selbst wird massenhaft Wärme verbraucht zur Verdunstung und dadurch im Vereine mit der durch die Wolken-

decke verminderten Einstrahlung, sowie durch das aus kühleren Regionen herabstürzende Wasser die Steigerung der Temperatur über ein gewisses Maass verhindert. Die am Erdboden oder an der Meeresfläche verbrauchte Verdampfungswärme leistet in grösserer Höhe, in dem Bereiche der Wolken als Condensationswärme Arbeit und vermindert so die Abkühlung des aufsteigenden Stromes, um in den beiden Ringen mit absteigendem Strome unten wieder aufzutreten.

Eine weitere Ausführung der für die Klimatologie hieraus sich ergebenden Folgerungen gehört nicht hierher.

So viel aber sieht man sofort, dass die aus der mechanischen Wärmetheorie ohne jegliche Hypothese gezogenen Schlüsse mit den älteren meteorologischen Anschauungen in geradem Widerspruche stehen.

Früher lehrte man, dass der absteigende Passat, indem er sich abkühlte, das mit der Calmenzone mitgebrachte Wasser in höheren Breiten absetze.

Desgleichen lehrte man, dass die während der Condensation frei werdende Wärme die Temperatur erhöhe und dass diese Temperaturerhöhung den Orten zukomme, an oder über welchen die Condensation erfolgt.

Die mechanische Wärmetheorie zeigt, dass der in der Calmenzone aufsteigende Strom sein Wasser eben dort in Form der tropischen Regengüsse wieder ausscheiden muss, und dass er nun als trockener, und sofern er nicht und dann besonders an der Erdoberfläche selbst erhebliche Abkühlung erfahren hat, auch als warmer Strom unten ankommen muss. Sie zeigt ferner, dass die Condensationswärme, soferne nicht eigentliche Übersättigung in's Spiel kommt, niemals direct erwärmend auftritt, sondern nur die das Aufsteigen begleitende Abkühlung vermindert, so dass der Strom oben wärmer ankommt als ohne begleitende Condensation, und dass die so ersparte Wärme den Punkten zu gute kommt, an welchen der absteigende Strom die Erdoberfläche erreicht.

Die hier durchgeführten Betrachtungen dürfen natürlich nur als annähernde Schritte bezeichnet werden, die noch mancher Ergänzung und mancher Berichtigung harren. Sie spielen in meinen Augen eine ähnliche Rolle, wie etwa die Untersuchung des sogenannten solaren Klima's in der Klimatologie.

Auch können verschiedene von ihnen nicht den Anspruch auf völlige Neuheit machen, und wird man ihnen schon da und dort bei Gelegenheit specieller Untersuchungen begegnet sein.

Dagegen wurden sie noch nie in solcher Allgemeinheit entwickelt und niemals in so einfacher Weise, wie es hier mit Hülfe des Begriffes der »potentiellen Temperatur« und des aus ihm geschöpften Theorems über die potentielle Temperatur der verschiedenen Luftschichten möglich war.

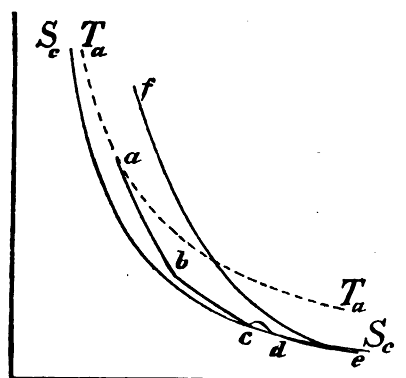
Die Folgerungen, welche sich hinsichtlich der statischen Verhältnisse der Atmosphaere hieran knüpfen lassen, insbesondere auch hinsichtlich des grundverschiedenen Verhaltens der Cyklonen und Anticyklonen im Winter und Sommer, sowohl nach Intensität als Dauer, sollen auf eine spätere Mittheilung verschoben werden.

Anhang:

»Berichtigung zu S. 518 der ersten Mittheilung.«

In die auf der genannten Seite befindliche Fig. 6 hat sich leider ein Fehler eingeschlichen, der ihre Ersetzung durch die nebenstehende Fig. 2 nothwendig macht.

Fig. 2.



Die besagte Figur bezieht sich auf den Luftaustausch zwischen Cyklone und Anticyklone im Sommer und wurde dabei darauf hingewiesen, dass an der oberen Seite der unteren Wolkenschicht die intensive Bestrahlung wieder eine Überführung in das Trockenstadium zur Folge haben kann und häufig zur Folge haben wird.

Nun wurde aber das Stück cd des Diagrammes, welches dem zweiten Trockenstadium angehört, so gezeichnet, als ob es seiner ganzen Ausdehnung nach eine Adiabate sei. Dies ist es aber nur in seinem letzten Theile. Am Anfange, wo eben die Erwärmung wirkt, muss die Curve, wenn das Trockenstadium wieder erreicht worden, so stark von der Adiabate abweichen, dass sie sich von der Sättigungscurve $S_c S_c$, die hier der Deutlichkeit wegen eingezeichnet ist, im entgegengesetzten Sinne entfernt, als die Adiabate.

Es muss demnach der bei c gebildete Winkel seine Spitze nach der Abscissenaxe hin wenden, das Curvenstück cd aber sich erst in dem zweiten Theile der Adiabate nähern, d. h. erst dann, wenn eben

wegen der eingetretenen Wiederverdunstung das Wasser nur mehr als Wassergas vorhanden ist und damit den grössten Theil seiner Absorptionsfähigkeit eingebüsst hat.

Sowie die Curve alsdann die Sättigungscurve S_c noch einmal trifft, d. h. in c tritt das Gemisch in das zweite Condensationsstadium, in das der Cirruswolken ein.

Dabei möchte ich bemerken, dass in diesem zweiten Condensationsstadium die Curve wohl meistens eine richtige Adiabate und keine Pseudoadiabate sein wird, da die überaus kleinen Eisnädelchen wohl kaum herausfallen. Dieses Stück kann dementsprechend auch in verschiedenem Sinne durchlaufen werden.

Unter allen Umständen aber nähert sich die Adiabate in diesem letzten Theile jener des Trockenstadiums, d. h. des absteigenden Astes ganz ausserordentlich. —

Auch im letzten Theile des Diagrammes bei f habe ich eine kleine Änderung vorgenommen, indem ich die Linie ef' nicht mehr eingezeichnet habe.

Durch die letztere war die Adiabate bezeichnet, während ef die in Folge der Erwärmung von ihr abweichende wahre Zustandscurve bezeichnen sollte.

Ein Abweichen der letzteren in dem in Fig. 6 angedeuteten Sinne würde jedoch den Eintritt in den Zustand des labilen Gleichgewichtes bedeuten, der doch nur ganz vorübergehend vorkommen kann. Es scheint mir deshalb besser, in das Diagramm nur die Adiabate aufzunehmen und sie alsdann durch ef zu bezeichnen.

Nimmt man jedoch auf die Mischungen Rücksicht, von denen oben gesprochen wurde und bezeichnet man dann durch ef' die Curve, nach welcher die Zustandsänderung erfolgt, wenn, abgesehen von diesen Mischungen keine Wärmezufuhr oder Entziehung stattfindet, dann wird die wirkliche Zustandscurve in der sommerlichen Anticyklone eine Abweichung von der Curve ef' in demselben Sinne zeigen, wie sie a. a. O. durch ef versinnlicht wurde.

Ausgegeben am 29. November.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.

XLVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

29. November. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

1. Hr. Curtius las Beiträge zur Terminologie und Onomatologie der alten Geographie.

2. Hr. Conze legte eine Abhandlung des Hrn. Dr. Puchstein vor zur pergamenischen Gigantomachie.

Beide Mittheilungen folgen umstehend.

Beiträge zur Terminologie und Onomatologie der alten Geographie.

Von E. Curtius.

Je weniger die Hellenen in Poesie und Prosa von der sie umgebenden Natur reden, um so wichtiger ist es, auf Alles zu achten, worin sich ihre Vorstellungen von den natürlichen Dingen zu erkennen geben, um auch in diese Sphaere ihres geistigen Lebens einzudringen. Neigung zu Naturschilderungen ist erst in der Zeit erwacht, da der hellenische Mensch sich der Natur gegenüber fühlte und diese Scheidung aufzuheben suchte. In klassischer Zeit ist das Gemeindeleben so sehr das allein Maſsgebende, dass auch der Preis des Natursegens nicht aus einem gemüthlichen Wohlgefallen an demselben hervorgeht, sondern aus dem Drange, das Gemeinwesen zu verherrlichen, welches an der von den Göttern ihm angewiesenen Stelle des Erdbodens sein Gedeihen gefunden hat. Man fühlte sich mit demselben so verwachsen, es kam dem daselbst Einheimischen Alles so selbstverständlich vor, dass man keine Veranlassung fühlte, sich ausführlicher darüber auszusprechen. Das offene Auge für die natürlichen Dinge und der Sinn einer feinen Beobachtung fehlte aber nicht, und darum ist es bei der Schweigsamkeit der Dichter und Prosaiker eine Aufgabe der Wissenschaft, durch sorgfältige Beachtung dessen, was unabsichtlich und gelegentlich über Bodengestaltung, über Berge und Gewässer zum Ausdruck kommt, den Alten ihr Naturverständniss und ihre Naturanschauung gleichsam abzulauschen. Hier ist auf dem Gebiete der alten Geographie noch wenig im Zusammenhange gearbeitet worden. Ukert im zweiten Theil seiner Geographie der Griechen und Römer 1821 hat den ersten, gelehrten Abriss einer physischen Geographie der Alten gegeben. Dann hat sich G. L. Kriegk in seinen ‚Schriften zur alten Erdkunde' 1840 ein unläugbares Verdienst um diese Forschung erworben. Mit feinem Verständniss ist neuerdings Henry Fanshawe Tozer in seinen Lectures on the geography of Greece 1873 auf diese Gesichtspunkte eingegangen, und von linguistischem Standpunkt hat Angermann (Geographische Namen Altgriechenlands. Programm von Meissen 1883)

werthvolle Beiträge geliefert. Ich selbst habe früher in einem besonderen Aufsatz die Vorgebirge, welche für griechische Geschichte eine besondere Bedeutung haben, nach ihren charakteristischen Bezeichnungen behandelt (Gött. Nachrichten 1861, Nr. 11, Beiträge zur geographischen Onomatologie der griechischen Sprache), und versuche nun, ohne etwas Vollständiges geben zu wollen, ein ungleich wichtigeres Capitel zu besprechen, die Vorstellungen der Alten von der Natur der Flüsse, wie sie sich in geographischen Ausdrücken und Namen erkennen lassen; denn das fliessende Wasser hat, wie ich schon a. a. O. S. 146 sagte, als das vorzugsweise belebte und belebende Element in der Schöpfung die Phantasie der Alten wie ihre Beobachtung am meisten angeregt. Hier können wir also ihren Sinn für Naturbeobachtung am deutlichsten erkennen.

Die Flüsse sind, wie sie von den Hellenen aufgefasst wurden, nicht nur die wichtigsten Bestandtheile der Landschaften, denen sie Leben und Einheit gaben (daher auch auf den ältesten Länderkarten als die Hauptsache hervorgehoben; vergl. Kiepert, Monatsbericht der Akademie 1857 S. 123), sondern auch Factoren derselben, unablässig wirkende Kräfte, arbeitend (ἐργατικοί Herod. 2, 11), Land bildend und umbildend. Sie geben dem Boden sein charakteristisches Relief, indem sie den Felsgrund allmählich aushöhlen (κατὰ βραχὺ κατεργάζονται τὸ κοίλωμα Polybios 4, 70). So ist auch κοῖλος ποταμός von dem zwischen steilen Wänden in der Tiefe hinlaufenden Flusswasser bei Thuk. 7, 84 und Polyb. 22, 20 zu verstehen, was fälschlich von hochfluthendem Wasser verstanden worden ist. Vergl. Nitzsch zur Odyssee III S. 9. Auch das Land, auf dessen Oberfläche die Menschen wohnen, schaffen die Flüsse; denn nicht nur das Nilland ist ein δῶρον τοῦ ποταμοῦ (Herod. 2, 5), sondern auch der böotische Asopos gilt als Urheber seines Thalbodens (ποιῶν τὴν Ἀσωπίαν χώραν Str. 382). Was also bei grossen Strömen, wie Euphrat und Tigris, παραποταμία genannt wird, kann auch als Flussland (ποταμία) angesehen werden. So heisst das Orontesthal ἡ ποταμία τοῦ Ὀρόντου (Str. 750) und Aegypten eine ποταμία νῆσος. Denn es ist mir nicht möglich, das letztere Wort mit Kramer als Glossem zu verdächtigen und mit Meineke auszustossen. Der ganze Culturboden Unter-Aegyptens wird in kühner Sprache als ein von Flusswasser auch unterwärts durchdrungenes, von Flussarmen umgebenes und gleichsam auf und in Wasser schwimmendes Inselland angesehen. Es war ja eine weitverbreitete Ansicht, das Delta als das eigentliche Aegypten anzusehen (Herod. 2, 15).

Der Fluss ist Grundherr in seinem Thal, ὑδάτων πατήρ, wie Euripides den Apidanos nennt (Hekabe 453); alles Wasser, das darin zum Vorschein kommt, stammt von ihm; darum können auch die Quellen

als seine Kinder, die Nymphen als seine Töchter angesehen werden (Νύμφαι Ἀνιγριάδες ποταμοῦ κόραι bei Moiro nach UNGER, Zeitschr. f. Alterth. 1843 S. 579); ja, ein ganz selbständiger Bach der Asopia, Oeroe, ist nach griechischer Anschauung eine Tochter des Asopos. Die Flüsse sind unablässig wirksam, die Gewächse befeuchtend (Ἠριδανὸς κηπεύει κόρας Athen. 568; ἐλαιόθηλον νᾶμα C. Inscr. gr. n. 6856) und die Heerden nährend (ἀλφεσίβοιον ὕδωρ). Farbe und Geschlecht der Thiere steht unter dem Einfluss der Flüsse (Paus. 7, 22, 11); den Menschen, die aus ihnen trinken, bereiten sie gesundes Blut (Aesch. Suppl. 824). Sie bringen endlich auch die verborgenen Landesschätze an das Licht, die ohne sie ungenutzt im Bergschoſs versteckt bleiben würden, wie das Gold des Tmolos (Str. 625). Der Flüsse Wirken ist ein selbstthätiges, freiwilliges (θελεμὸν πῶμα χέουσι Suppl. 994); ungerufen kommt die Nilfluth über das Land (αὐτόματος ἐπέρχεται Herod. 2, 14). Solcher Thätigkeit wegen treten die Flüsse vor allen natürlichen Dingen dem Menschen am meisten als Individuen entgegen. Sie bezeichnen die Urplätze, wo die Menschen mit ihren Göttern Wohnung gemacht haben (θεοὶ πολιοῦχοι τε καὶ οἳ χεῦμα Ἐρασίνου περιναίετε παλαιόν Suppl. 987). Die Danaiden wenden sich also vom Nil, aus dessen Schutzbezirke sie ausgetreten sind, an die Küstenbäche von Argos, und Odysseus ruft als ἱκέτης den Landesfluss des unbekannten Gestades an. Die Flüsse sind die geborenen Vertreter ihrer Landschaft und die Symbole derselben. Auf den Münzen sehen wir daher die Flussgötter für das Land die Opferspende darbringen. Der Tiber bewillkommnet die in Latium einziehende Asklepiosschlange (MÜLLER-WIESELER I, 778), und auf derselben Anschauung, welche bei Propertius III, 33, 20 (cum Tiberi Nilo gratia nulla fuit) zu Grunde liegt, beruht auch der Ausdruck Juvenals, der, um die semitische Überschwemmung Roms zu veranschaulichen, den Orontes in den Tiber münden lässt.

Echte Volksgenossen sind nach dem Orakel des Ammon (Herod. 2, 18) diejenigen, welche aus demselben Flusse trinken, und wir finden auch in den Inschriften von Edfu die Namen fremder Völkerschaften durch Angabe der Flüsse, deren Anwohner sie sind, erläutert, wie auch im Schiffscatalog V. 824 Idastämme bezeichnet werden, οἱ πίνοντες ὕδωρ μέλαν Αἰσήποιο. Rhodani potor ist aus Horaz bekannt, und der gelehrte Hirt bei Vergil kennt für eine Umkehr aller geographischen Verhältnisse keinen treffenderen Ausdruck als den, dass die Germanen aus dem Tigris und der Parther aus dem Arar trinken soll (Ecl. 1, 62). Der gemeinsame Fluss verbindet auch buntgemischte Ansiedelungen zur Einheit (LEPSIUS, die 22. Dynastie S. 287). Er macht ihnen das Land zur Heimath; unter seinem Segen verschmelzen die Begriffe von Volk und Boden. Daher Ausdrücke wie bei Pindar: Ἵππαρις ἄρδει

στρατόν (Ol. 5, 12) und bei Tibull: Hebrus Tanaisque Getas rigat (IV 1, 146). Darum werden Flussnamen zu Länder- und Volksnamen, wie Aigyptos, und Flüsse bilden Landessymbole. So ist der Nil das natürliche Symbol eines grossen, unabhängigen Reichs, und darum verheisst der Prophet Jesaias (23, 10) den fernen Colonien der Tyrier die Befreiung vom Joche derselben mit dem Zurufe, die Tochter Tarsis solle frei wie der Nil durch das Land ziehen.

Für die Anschauung der klassischen Völker besonders charakteristisch ist es, dass die landschaffenden, zeugungskräftigen Flüsse (ποταμοὶ γόνιμοι; Strymon Ἠμαθίης γόνιμος βυθός Anth. IX, 707) als Landesväter geehrt werden. Ihre Namen gehen auf die Landeskönige über, und Scaliger hat zuerst die Beobachtung gemacht, dass alle Kriegshelden bei Silius Italicus Flussnamen tragen. Darum konnte auch die Heimathsberechtigung der Landeskinder nicht besser zum Ausdruck kommen als durch Namen, die von den Landesflüssen hergeleitet sind, wie Skamandrios, Hector's Sohn, Skamandronymos, Asopichos, Kephisodoros, Permasichos u. s. w. (Letronne Annali 1845). Rhesos ist zugleich Fluss- und Heroenname, und Kyros soll nach Herodot von einem Flusse seinen Königsnamen angenommen haben.

Aus ihrer alltäglichen, ununterbrochenen und für das Menschenleben unentbehrlichen Wirksamkeit werden die Flüsse auch auf besondere Weise in die Geschichte hereingezogen. So ist es nach meiner Ansicht eine der ältesten Formen hellenischer Volkssage, dass in Gestalt des Flusses Melas Athena dem Könige Teuthis den Heimweg sperrt (Peloponn. 1, 428). Die Flüsse wurden selbst für ihr Verhalten verantwortlich gemacht, sie wurden belohnt und bestraft. So wurde dem makedonischen Flusse, der durch plötzliches Anschwellen (gleich dem Rhenus reperte resolutus bei Sueton Domitian 6) die Feinde des Königshauses in ihrer Verfolgung gehemmt hatte, von Seiten desselben als Σωτήρ ein dauernder Opferdienst gestiftet. Dem Maiandros wurde wegen des den Anwohnern angerichteten Schadens der Process gemacht (Str. 580) und Herodot erzählt uns, wie Kyros sich für das Ertrinken eines seiner heiligen Rosse am Gyndos gerächt habe (1, 189).

So wird auch die Geisselung des Hellesponts durch Xerxes verständlicher. Denn die Alten betrachteten ihn wie einen Strom, dem man eigenen Willen zuschrieb (δολερὸς ποταμός Her. 7, 35). Wo Strömung war, setzte man einen Strom voraus, und man war so sehr gewöhnt, die Flüsse als die bewegende Kraft auf der Erdoberfläche anzusehen, dass man ihnen auch den Durchbruch der Meersunde zuschrieb. Das war die besonders vom Peripatetiker Straton ausgebildete Theorie, die in den Pontus einströmenden Flüsse hätten die ihn einst ringförmig umschliessenden Gebirge gesprengt (εἶτ' ἐκπεσεῖν

τὸ ὕδωρ εἰς τὴν Προποντίδα καὶ τὸν Ἑλλήσποντον), und eben so sei die Strasse bei Gibraltar entstanden (τὸν κατὰ στήλας ἐκραγῆναι πόρον Str. 49). Man sah also die Meersunde als Mündungen (στόματα) an.

Die Flüsse sind es, welche geographisches Interesse und Studium vorzugsweise geweckt haben. Durch die Flüsse sind die Völker des Alterthums mit einander in dauernde Verbindung gekommen, durch sie die Hellenen mit den jenseitigen Continenten bekannt geworden, weil sie dieselben ihren Schiffen zugänglich machten. Sie sind unter allen Naturkörpern diejenigen gewesen, welche den Bewohnern des wasserarmen Hellas am meisten Bewunderung einflössten, und für den ökumenischen Zusammenhang der alten Welt, den die Flüsse vermittelt haben, giebt es kein merkwürdigeres Zeugniss, als dass schon um das achte Jahrhundert v. Chr. in den Gedichten des Eumelos neben Acheloos und Kephisos der nordische Borysthenes einer der hellenischen Musen den Namen gegeben hat (Hermes X 217). Von den grofsen Continenten war den Griechen ja nichts bekannt als das Flussland (die ποταμία, γῆ πλωτή). Nichts machte aber einen tieferen Eindruck auf sie als der Anblick jener grofsen Segenspender, der ποταμοὶ πολυαρκέστατοι (Her. 4, 53), und nachdem sie erst die Wunder des Nils erkundet und dann den Borysthenes, den König der Flüsse nach dem Nil, und seine Nachbarströme durchforscht hatten, haben sie im Osten wie im Westen auf alle Thalbildungen und Wasserverbindungen ihr Augenmerk gerichtet, Nahes und Fernes vergleichend. Strabo betont die Gliederung der Länder, welche den Flüssen verdankt wirkt (587), ebenso die charakteristische Ausgestaltung des Bodenreliefs in den einzelnen Landschaften. Der Landessegen ist wesentlich von der Wasservertheilung abhängig, der εὐφυία τῶν ῥεέθρων, und zu den glücklichsten Ländern rechnet der Geograph Gallien wegen seines günstigen Wassersystems, indem die Flüsse mit ihren Verkehrsadern das Mittelland durchziehen (διάρροι πλωτοί 177) und die Flussgebiete so günstig zu einander liegen (εὐφυῶς ἴσχει τὰ ῥεῖθρα πρὸς ἄλληλα).

Die Flüsse sind den Hellenen die Wegweiser zur Auskundschaftung der Continente gewesen, die wichtigsten Hülfsmittel zur Ausbreitung der Weltkunde. Strabon 696 hebt den wissenschaftlichen Nutzen der Flüsse (τὰ πρὸς τὴν γεωγραφίαν χρήσιμα) hervor und macht sie auch als Gränzscheiden der Länder geltend (φυσικοὶ ὅροι). Diese Bedeutung der Flüsse war aber nie eine durchgreifende und volksthümliche. Sie sind von Theoretikern benutzt, um die Welttheile zu sondern, z. Th. in sehr unglücklicher Weise, wie wenn man Asien und Libyen durch den Nil scheiden wollte; eine Ansicht, welcher Strabo widerspricht, indem er den arabischen Golf als die bessere Naturgränze geltend macht (εὐφυέστερος ὅρος 35). Mehr Ansehen hat als ποταμὸς ὅριος der

Tanais erlangt, weil es hier an anderen Scheidelinien zwischen den Erdtheilen fehlte. Eine dauernde geschichtliche Bedeutung haben diese Gränzflüsse nie erlangt. Auch der Halys nicht, dessen man sich bediente, um den grossen Continent Kleinasiens übersichtlich zu machen, indem man den östlichen Theil als περαία τοῦ Ἅλυος ansah.

Alle Flussgränzen haben etwas Willkürliches gehabt; sie waren Resultate von Vereinbarungen vorübergehender Geltung, wie z. B. auch der Pamisos einmal lakedaemonisches und massenisches Territorium getrennt haben muss (Peloponn. 2, 163). Das Naturgemässe war immer, dass der Landesfluss die Mitte und das Kernstück des Landes bildete, wie der Nil (μέσην σχίζων τὴν Αἴγυπτον Her. 2, 17).

Nach griechischer Anschauung, der die römischen Feldmesser folgten, war nicht das Wasser die Gränze, sondern die Wasserscheide auf dem Kamm der Höhe, wohin der Ackerbau nicht hinaufreicht; hier bildet das divergium aquae (Rudorff, Schriften der Feldmesser 2, 256) die natürliche Gränze vergl. Plinius 36, 1, 2. Von griechischen Urkunden spricht dies am deutlichsten die Inschrift von Melitaia aus bei Ussing, Inscr. Ined. 2: κατὰ τῶν ἄκρων ὡς ὕδωρ ῥεῖ, den Bergrücken entlang (iugo recto), von wo das Wasser einerseits zum Europos floss und andererseits nach der entgegengesetzten Richtung.

Darnach waren die Stadtgebiete aller Orten scharf geschieden; nur wo Stämme neben einander wohnten, pflegten die Gränzlinien minder scharf zu sein (wie es nach Strabo 283 unmöglich war in Apulien τοὺς ὅρους ἐπ᾽ ἀκριβὲς λέγεσθαι τῶν ἐθνῶν τούτων). An den Küsten, wo keine Gebirge waren, mussten nach beiderseitiger Übereinkunft Flussläufe aushelfen, wie der Larisos zwischen Elis und Achaja, die Neda zwischen Elis und Messenien, der Acheloos zwischen den Agräern und Amphilochiern, wie zwischen Akarnanien und Aetolien. Diese Gränzen waren nach Umständen wechselnd und an sich ungenügend. Das zeigt die Paracheloïtis, wo Zank und Fehde einheimisch waren; denn die Gränzsteine wurden durch die Überschwemmungen verschüttet (ἡ χοῦς τοὺς ὅρους συγχέουσα ἀεὶ τοὺς ἀποδεικνυμένους τοῖς Ἀκαρνᾶσι καὶ τοῖς Αἰτωλοῖς).

So viel im Allgemeinen. Jetzt gilt es den Versuch, in einzelnen Punkten nachzuweisen, was die Alten über die natürliche Beschaffenheit der Flüsse für Vorstellungen gehabt haben.

Hauptsache war die Unterscheidung der zwei Hauptarten: der immer fliessenden Gewässer (ὕδατα ἀέναα), des ständigen Flusses (ἀκαλὰ προρέων, τὸ στάσιμον τοῦ ῥεύματος καὶ ἤρεμον Schol. Apoll. Rhod. 2, 936) und der Wintergiessbäche (χειμάρροι). Beide heissen ποταμοί; beide sind in ihrem Wasservorrathe vom Regen abhängig und sämmtlich διιπετεῖς (πάντες κοινῶς, ὅτι πληροῦνται πάντες ἀπὸ τῶν ὀμβρίων ὑδάτων

Str. 36), der Cheimarros aber in vorzüglichem Grade (ὑπερβέβληται τοὺς ἄλλους ποταμοὺς τῷ διϊπετὴς εἶναι). Er hat nur Wasser ὕσαντος τοῦ θεοῦ und im Sommer sind die Betten trocken: θέρους αὖα τὰ ῥεύματα Paus. 2,15. Es wird also seit alter Zeit das Fliessen als ein auszeichnendes Praedicat den Flüssen beigelegt: Ξάνθου ῥέοντος Il. 6., 132 Theocrit ed. Meineke p. 372.

Poetisch finde ich den Gegensatz der beiden Flussarten nicht geistreicher ausgesprochen, als einerseits in dem Epigramm des Antiphilos (Anth. Pal. IX 277), der einen Cheimarros im Winter anredet, der wie ein Gewaltiger daherrauscht und dem Wanderer trotzig den Weg sperrt. 'Bist du so trunken von Regenwasser? Denn nicht von den Nymphen bringst du durchsichtiges Wasser, sondern von trüben Wolken erborgst du es dir (θολεραῖς ἠράνισαι νεφέλαις nach Jakobs). Ich werde dich noch sehen vom Helios ausgedörrt, der unter den Flüssen den echten, zeugungskräftigen, und den unechten wohl unterscheiden lehrt (ὅστις ἐλέγχειν καὶ γόνιμον καὶ νόθον οἶδεν ὕδωρ).

Von einem echten Landesflusse andererseits haben wir bei den Alten keine charakteristischere Schilderung als in der Parodos des Oedipus auf Kolonos, wo die schlummerlosen, nie abnehmenden Quellen, und der das Jahr hindurch jeden Tag neu geborene, mit reinem Wasser die Flur besuchende Kephisos in anmuthiger Fülle des Ausdrucks ohne einen Anflug müfsiger Rhetorik dargestellt wird. Vergl. meine Besprechung dieser Naturschilderung in den Verhandlungen der Göttinger Philologenvers. 1853, S. 41.

Auch die Römer nannten die Giessbäche Flüsse (fluvii hiberna nive turgidi Hor. 4. 12, 4), wie die Sicilianer jetzt fiumari. Denn sie haben das Bett mächtiger Ströme und sind in hohem Grade charakteristisch für das Bodenrelief einer Landschaft. Darum werden auch die wasserlosen Schluchten als Flüsse betrachtet (ποταμοὶ Ἀθηναίοις ῥέουσιν Ἰλισός τε καὶ Ἠριδανῷ τῷ κελτικῷ κατὰ τὰ αὐτὰ ὄνομα ἔχων ἐκδιδοὺς ἐς τὸν Ἰλισόν Paus. 1, 19), und die Alten sprechen von dem 'ingens Inachus', der als Hauptlandesfluss von Argolis in den Volkssagen gefeiert wird, obwohl er seit ältesten Zeiten ohne eigenes Wasser ist, ebenso wie sein Nebenfluss Charadros. Die Cheimarre sind erstorbene Flüsse (ἀποθνήσκουσι καὶ ποταμοὶ ὅλοι Lucian Contempl. 23), Mumien gleich, welche noch ganz die Gestalt lebender Körper haben, und von der in dem Boden zurückgebliebenen Feuchtigkeit zeugen die dichten Oleandergebüsche, deren rothe Blüthen im Sommer das Bett füllen. Entweder sind die Quellen, von deren Wasserkraft diese gewaltigen Felshöhlungen einst gebildet worden sind, völlig verschwunden, oder sie sind am oberen Anfange noch vorhanden, aber nicht ausreichend für das Bett (Pausan. 2, 25, 3: ἐν τῷ ὄρει αἱ πηγαὶ

τοῦ Ἰνάχου· πηγαὶ γὰρ δὴ τῷ ὄντι εἰσὶν αὐτῷ, τὸ δὲ ὕδωρ οὐκ ἐπὶ πολὺ ἐξικνεῖταί τῆς γῆς). So sagt auch Eustathios zur Ilias p. 497: *κροῦνοι αἱ τῶν χειμάρρων ἀρχαί*, wo er sie von den *πηγαὶ τῶν ἀενάων* unterscheidet. So die oberen Quellen des Ilisos und die Quelle des Eridanos bei Kaisariane am Hymettos, die noch heute reichlich strömende Aphroditequelle von *Κύλλου πήρα*. Denn wenn unter den für die athenische Ebene charakteristischen Flussläufen ausser dem Kephisos der Ilisos und der in ihn mündende Eridanos genannt werden, so können wir bei dem letzteren nur an die vom Hymettos kommende Seitenschlucht denken, ein langes, tiefgefurchtes Flussthal, das den Charakter der ganzen Landschaft östlich von Athen wesentlich bestimmt.

Nur auf dieses Flussbett passt Platon im Kritias p. 112 A, welcher den Lykabettos, an dessen Fuss Ilisos und Eridanos sich vereinigen, als ein Bruchstück seiner Urakropolis angesehen wissen will. Darin ist eine vernünftige, geologisch berechtigte Naturanschauung ausgesprochen, indem Lykabettos und Pnyxgebirge als ein ursprüngliches Ganze angesehen werden. Unverständig aber wäre der Gedanke, den man neuerdings Platon zugemuthet hat, die Akropolis habe sich vor Zeiten bis dahin erstreckt, wo sich die Niederung des Stadtbodens am tiefsten senkt.

Es kommt auch vor, dass im Flussbett die Quellen verschwinden und ein durchaus trockenes Ravin (Xerolákko) zurücklassen, dass aber weiter unten neue Quellen hervortauchen, wie die Kallirrhoe im Ilisos und wie der Fluss bei Dion in Macedonien (Heuzey Olympe p. 121).

Wenn aber des Eridanos schmutziges Wasser gerügt wird von Spöttern, welche sich über die phantastischen Poeten lustig machen (Kallimachos in der *συναγωγὴ ποταμῶν* bei Strabo 347), so zeigen schon die Dichterworte von Sophokles und Antiphilos, wie die reine Fluth perennirender Quellen (*ἀκήρατος ὄμβρος*) von dem trüben im Boden der Winterbäche stagnirenden, mit Sand und Schmutz vermengten Nass unterschieden wird. (Vergl. die pulverulenta calcandaque flumina Statius Theb. I, 368).

Endlich tritt noch ein dritter Fall in der Natur der Winterbäche ein. Das obere Bett ist trocken und unten entspringt ein Quell, der dem todten Flusse Leben giebt und den Scheinfluss (*νόθος*) zu einem wirklichen, echten Flusse macht. Davon ist das merkwürdigste Beispiel der Pamisos.

Das Bett zieht sich von Norden nach Süden durch beide Ebenen von Messenien hindurch, aber nur der unterste Theil desselben hat strömendes Wasser. Darum gaben die Alten dem Pamisos nur hundert Stadien Länge und betrachteten die Quellen bei Hagios Floros als

die des Pamisos. Puillon Boblaye Ruines de la Morée p. 106. Peloponnesos 2, 155. So konnten auch die Hauptquellen des Skamandros unterhalb der Stadt Ilion angesetzt werden, während das Skamandrosthal selbst das Idagebirge durchbricht.

Während die Winterbäche (Cheimarrhoi) in ihrer äusseren Erscheinung durchaus den Charakter wirklicher Flüsse haben, so giebt es fliessende Gewässer anderer Art, welche kein Flussbett haben, Gewässer ohne Ufer. Es sind kurze Ergüsse binnenländischer Wassersammlungen, die zwischen Gebirge und Küste keinen Raum zur Thalbildung finden, wie der Erasinos bei Argos (Peloponn. 2, 340), oder deren Wasseradern von nahen Höhen durch die Niederung herabrieseln, wie z. B. die vom Lykabettos herabsickernde Wasserader, welche man für das nach Norden erweiterte Athen als Kloake benutzt hat, und für die man neuerdings den vornehmen Flussnamen Eridanos in Anspruch genommen hat, obwohl sie zu Pausanias' Zeit als Wasserlauf garnicht sichtbar war.

Solche Gewässer nannte man ὀχετοί (fluenta), und dass damit nicht immer künstliche Kanäle gemeint sind, zeigen die σεμνοὶ ὀχετοί bei Pindar Ol. 5, 12, welche an die ὀχετοὶ Σιμούντιοι bei Euripides Or. 797 erinnern.

Was die Entstehung der Flüsse betrifft, so waren es die Hochgebirge, wo man naturgemäss ihren Ursprung suchte. Daher gab es auch eine Reihe von Flüssen mit Bergnamen (ποταμοὶ ὁμώνυμοι τῷ ὄρει Str. 578), und nach einem Ausdruck delphischer Sprache nannte man sie ὀρεμπόται (Pyth. Or. 7, 604), wodurch sie als Bergsauger charakterisirt werden.

Ihrem Triebe nach Ordnung und Symmetrie zu Liebe construirten die Alten die noch unerforschten Stromgebiete; sie gaben dem Istros und dem Nil gleiche Länge und Richtung (Her. 2, 33), und nachdem man aufgehört hatte, alle Flüsse aus dem Okeanos abzuleiten, war es eine volksthümliche Anschauung, von einem Centrum aus die Gewässer nach den verschiedensten Himmelsgegenden auseinandergehen zu lassen. Sie ist bei Vergil in den Georgica 4, 363 zum Ausdruck gekommen, und ich glaube, dass hier geographische Thatsachen vorliegen, an welche sich die phantastische Darstellung ihrem Kerne nach anschloss. Denn der Bergknoten, welcher sich unter dem vierzigsten Breitengrade als Lakmon erhebt, giebt nach Aetolien und Epeiros wie nach Macedonien und Thessalien vier grossen Gewässern den Ursprung, welche nach vier Himmelsrichtungen auseinandergehen.

In diesen Werkstätten der schaffenden Natur dachte man sich weite Höhlen mit unterirdischen Seen (lacus speluncis clausi) und un-

ermessliche Abgründe, ἄβυσσοι, wie sie auch bei den Nilquellen vorausgesetzt wurden (Her. 2, 28). Natürliche Wasserkammern als Nährstätten der Flüsse anzunehmen, war eine verbreitete Ansicht, wie die 'lacus incluti' mit den 'amnes eorum partus et alumni' bei Plinius 3, 131 bezeugen. Über Seen als Geburtsstätten der Flüsse in Kleinasien vergl. G. Hirschfeld, Apamea-Kibotos S. 5. Nach dieser Anschauung spricht Herodot beim Hypanis vom Muttersee des Flusses (λίμνη μήτηρ τοῦ ποταμοῦ 4, 52), und indem man, wie wir oben sahen, den Zusammenhang der Meere als eine Verbindung fliessender Gewässer ansah, hat man das Asowsche Meer die Mutter des Pontos genannt (Her. 4, 86).

Die Flüsse bilden sich als Abflüsse von Sümpfen und Seen, wie Marsyas und Maiandros (ἀπολείβονται αἱ πηγαί Str. 578), oder die Quelle bricht energisch aus dem Felsen hervor (ἐπιτέλλει, ἐκβάλλει). Es ist das Haupt, κεφαλή, des Flusses; ein Ausdruck, über den ich in der Abhandlung über die Plastik an Quellen Akad. Abh. 1876 S. 143 gehandelt habe. Hier ist man dem Flusse als einem göttlichen Wesen am nächsten: ad extremi sacrum caput adstitit amnis Georg. 4, 319.

Mit der Hauptquelle sind die im Quellthale zufliessenden Wasseradern und Bäche οἱ συμπίπτοντες, συλλειβόμενοι, συρρέοντες, συμβάλλοντες, συρράσσοντες, συρρηγνύντες (Her. 1, 80) zusammen die Eltern des werdenden Flusses. Der Hauptfluss zum Unterschiede von den Zuflüssen ist τὸ κατ' εὐθεῖαν σῶμα (Str. 786); ὕδωρ ποταμοῦ σῶμα Eubulos bei Meineke Fragm. Com. III, 266. Den lebendigen Körper des Flusses nimmt das Bett auf, κοίτη, κοίλωμα (eluvies), ῥέεθρον (οἰκεῖον ῥέεθρον ἐκλιπεῖν, εἰς ταὐτό τινι ποταμῷ ῥεῖθρον ἐμβάλλειν).

Die Flussbahn ist ῥύμη, ποταμοῦ ὁδός Xen. Cyrop. 7, 5, ἔδαφος. Bei horizontaler Grundfläche des Bettes erscheint der Fluss behaglich ruhend in demselben, π. κείμενος (Skymnos 672 p. 31 ed. Meineke); rückwärts gelehnt π. ὕπτιος (ὑπτιότης), amnis cunctans (Verg. Aen. IX, 124), während das geneigte Bett (ἐπικλινὲς ῥεῖθρον Str. 52) den Lauf zur Mündung beschleunigt. Des Flussbettes Einfassung bilden die Höhen des Hügellandes (ὀφρὺς τῆς ὑπερκειμένης ὀρεινῆς Str. 629), λαγόνες (C. Inscr. Gr. III p. 1159), χείλη (Str. 578), ἄνδηρα Hesych.; πλαταμών dem Aigialos am Meer entsprechend nach Bekker Anecd. 1313; das quaiförmig gestützte und geebnete Flussufer heisst auch κρηπίς und crepido, während θρωσμός (θρωσμοὶ ποταμοῖο Apoll. Rhod. 2, 823) in weiterem Sinne die Ränder des Flussthals bezeichnet. Was an Nebenquellen vorhanden ist, kommt innerhalb oder oberhalb der Flussränder zum Vorschein (ὑδάτων ἐκβολαί, αἱ μὲν ἐν τῷ ποταμῷ, αἱ δὲ ὑπὲρ τοῦ χείλους Str. 578). Der Name des Flusses kann auch die ganze Niederung vertreten, wie bei Propert. I, 3, 6: concidit in herboso Apidano. So bezeichnet auch Padus das ganze Pothal. Darum heissen die Affluenten (οἱ

ἐπεμβάλλοντες ἕτεροι ποταμοί, τὸ ῥεῦμα ἰσχυρότερον ποιοῦντες Xen. Hellen. 4, 2) seine 'Insassen', incolae Padi (Plin. 3, 131), von denen der Hauptfluss ὁ μέχρι θαλάσσης φερόμενος unterschieden wird.

Bei der Namengebung pflegt aber nicht immer die Länge des Flussbetts das Maſsgebende zu sein, auch nicht die Continuität der Richtung (wie bei Donau und Inn), sondern auch die Fülle des zufliessenden Wassers. So ist z. B. das lange Pamisosbett namenlos bis zu den Hagios Florosquellen, 100 Stadien oberhalb der Küste, und erst bei Lilaia war die eigentliche Kephisosquelle. Flüsse streiten mit einander um die Namengebung; der Arar behauptet nach Aufnahme des Dubis die Oberhand (ἐπικρατεῖ τῷ ὀνόματι) und der Rhodanus (πάλιν ἐπικρατήσας) trägt wieder über den Arar den Sieg davon (Str. 186).

Durch seine Mündung öffnet der Fluss das Land nach aussen; auch der Schiffbrüchige sucht schwimmend die Mündung auf und rettet sich an dem von Brandung und Klippen freien Orte an das Land (Odyssee 5, 442). Flussrheden entstehen durch doppelte Vorsprünge (χηλαὶ δύο ὅρμους ἔχουσαι Str. 153); στόματα εὐλίμενα (267) sind die werthvollste Ausstattung einer Küstenlandschaft. Aber auch ohne wirkliche Hafenbuchten sind die ausmündenden Landesflüsse bequeme Anfahrten und deshalb wichtige Stationen des internationalen Verkehrs, die gastlichen Landungsplätze jenseitiger Menschen und Götter. Darum gefallen dem Apollon, wie der Hymnendichter sagt, vor Allem die ποταμοὶ ἅλαδε προρέοντες (Preller, Aufsätze S. 245). Den lebenskräftigen Fluss erkennt man daran, dass er sein Ziel erreicht und sein Wasser in das Meer 'ausspeit' ἐρεύγεται στόμασι πλωτοῖς Appian. Mithrad. 103). Aber auch wenn der Fluss das Meer nicht erreicht (ἡ χοῦς οὐ φθάνει τὸ πέλαγος Str. 53), wegen Wassermangel oder wegen Gegenschlag der Wogen (ἡ θάλασσα ἀνακόπτει εἰς τοὐπίσω), ist die Mündung einem Landesthore (πύλη) gleich.

Die Flüsse verderben sich selbst ihre Mündungen (die στόματα ἰθαγενέα im Gegensatze zu der ὀρυκτά Herod. 2, 17) durch Landbildung (ἠιόνα προχέοντες), und keinen der natürlichen Vorgänge haben die Alten sorgfältiger beobachtet; sie warfen sich auch die Frage auf, warum die Echinaden nicht wirklich Festland geworden seien, und fanden den Grund in dem Mangel an Agricultur im aetolischen Binnenlande (ἀσπόρου μενούσης τῆς Αἰτωλίας Paus. 8, 24); sie hatten also die Beobachtung gemacht, dass bebauter Boden schneller abgeschwemmt werde als Waldboden.

Ausser der Alluvion war es besonders die Tuffbildung der Flüsse, welche die Aufmerksamkeit der Alten beschäftigte (ὕδωρ εἰς πῶρον μεταβάλλει πηγνύμενον Str. 629). Die kalkhaltigen Gewässer bilden sich natürliche Kanäle (ὀχετοὺς ἐπάγοντες. φραγμοὺς ἀπεργάζονται μονολίθους).

Die Bewegung des Flusswassers ist im Allgemeinen ἡ φορά (Str. 697). Das Tempo der Bewegung ist von dem Wasservorrathe sowie von dem Niveau des Bettes abhängig. Seichtes Gewässer bewegt sich langsam schleichend. Das sind die vada brevia (Verg. Aen. 5, 221) τὰ βραχέα Thuk. 2, 91, und in diesem Sinn war der flache Hypanis ein βραχὺς ποταμός (Herod. 4, 52). Die Flüsse mit geringem Gefälle (ὑπτιότης) schilderte man als ποταμοὶ κείμενοι ruhig und bequem: Ὀργᾶς δὶ ὁμαλοῦ φερόμενος πρᾶος καὶ μαλακός Str. 577. Der Fluss, der sich Mufse lässt: σχολῇ καὶ πράως προιὼν ἐλαίου δίκην Ael. V. H. 3, 11; θέλεμον ἥσυχον Hesych. Viel mannigfaltiger sind natürlich die Ausdrücke für die entgegengesetzte Flussnatur, das ῥεῦμα σφοδρὸν καὶ καταφερές (Str. 577) und die Kraftäusserung desselben in Bergspaltungen (διακοπαί 536) u. dergl.; κῦμα κορύσσεται heisst es in der Anthologie; die Woge hebt sich wie ein Gewappneter (9, 277). Im Ganzen sind die lateinischen Dichter, an alexandrinische Vorbilder sich anschliessend, mannigfaltiger in ihrer Schilderung des bewegten Wassers (fluvii torquent, trahunt, volvunt, verrunt, rotant u. s. w.).

Bei geringem Gefälle erfährt der gerade Flusslauf am meisten Abänderungen (πολλὰς μεταπτώσεις λαμβάνει τὸ ῥεῖθρον Str. 579), und die zahlreichen Windungen des Flussbetts waren für die Dichter späterer Zeit ein besonders beliebter Gegenstand spielender Darstellung. Vergl. Prop. III 34, 35: Phrygio fallax Maeandria campo errat et ipsa suas decipit unda vias. Lassas in se saepe retorquet aquas Ovid Her. IX 55. Auf bekannten Landstrassen zählte das Volk die der Schlangenwindungen wegen (ὁλκοὶ οἰδμάτων Apoll. Rhod. 1, 1157) nothwendigen Übergänge, und wie man jetzt vom oberen Alpheios als Vierzigfluss 'Sarandopotamos' spricht (Peloponnesos 1, 249), so nannte man einst Flüsse Ἑπτάπορος, weil auf einem Wege der Wanderer sieben Mal den Bach zu überschreiten hatte.

Eine den Alten eigenthümliche Auffassung des bewegten Wassers ist die, dass der Fluss als Schwimmer gedacht wird (Ἶρις παρανήχεται Anthol. Pal. IX, 668; Theocrit ed. Meineke 341; Liris innans Horat. 3, 17). Der Lauf ist ein unvollständiger, wenn er die Küste nicht erreicht; καταπίνονται εἰς τὴν ἄμμον ist die Charakteristik der Steppenflüsse (Str. 518). Plötzliche Veränderungen des Flussbetts unterbrechen den regelmässigen Lauf und bringen Krisen hervor, nach denen die verschiedenen Stufen des Flussthals scharf unterschieden werden: das sind die Stromschnellen und Wasserstürze, καταρρακταί und κατάδουποι. Auch sonst ist der Flusslauf ein zeitweise wechselnder. Um Mittag glaubte man in Lilaia die Kephisosquelle wie mit Stiergebrüll aus der Tiefe aufsteigen zu hören (Paus. 10, 23, 3). Von anderen Flussquellen ging die Sage, dass sie Mittags eine Siesta hielten (Plin. 2, 106), und die Leontiner Flussquellen

füllten sich, wenn die Sonne im Löwen stand (Plutarch Sympos. Quaest. 4, 5). Physikalische Beobachtungen betrafen das Verhalten verschiedener Gewässer zu einander, wie das des Titaresios, der wie Öl über dem des Peneios floss (Il. 2, 754), die Farbe (ὕδωρ λευκὸν, ὕδωρ μέλαν Αἰσήποιο Il. 2, 825), die Gewichtsverhältnisse, wie bei dem Silas, auf dessen Wasser nichts schwamm (Str. 701), die chemische Beschaffenheit; denn man nannte die kalkhaltigen Wasser in Athen und Sikyon hart: σκληρὰ ὕδατα (Athen. 33). Nach der Leichtigkeit schätzte man den Reiz des guten Trinkwassers (Athen. 41). Ganz besonders aber achtete man auf die Temperatur. Es ist sehr merkwürdig zu sehen, wie genaue Tabellen von Flüssen man hatte, und mit welcher Sicherheit man bestimmen zu können glaubte, dass von allen in der milden Zone strömenden Flüssen der tarsische Kydnos, der Melas bei Side, der Ales bei Kolophon von dem Gortynios in Arkadien an kühlender Frische und der damit verbundenen Heilkraft im Sommer übertroffen wurden (Paus. 8, 28; Pelop. 1, 351, 392). Unter den bekannten Flüssen der Erde stand der Nil immer, als der Fluss der Flüsse, den Seevölkern vor Augen. So kam es, dass bei den anderen Flüssen sein Vorbild als maſsgebend angesehen wurde (ἅπαντες μιμοῦνται τὸν Νεῖλον ἐξηπειροῦντες τὸν πρὸ αὑτῶν πόρον Str. 52), sowohl in Bezug auf Landbildung als auch auf das gesetzmässige Steigen des Wassers, die δικαία ἀνάβασις τοῦ Θεοῦ (C. Inscr. Gr. 4699), und einen jährlich eintretenden, normalen Höhenstand des Wassers, ἡ πλήσμη genannt (Hesiod. Fr. 212 Göttl.). Wohin man vom Nillande kam, glaubte man ähnliche jahreszeitliche Wandelungen, wie man sie beim Nil als selbstverständlich anzusehen sich gewöhnt hatte, wahrzunehmen; so am Pedieus in Cypern (Aelian H. A. 5, 56) und am Inopos, der sich nach Ansicht der Delier mit Nilwasser füllte (Paus. 2, 5. 8).

Am meisten war es natürlich die Wechselgestalt der Flüsse, welche die Phantasie beschäftigte; ihre Neigung sich zu verstecken und wieder aufzutauchen (ἀνακύπτειν Str. 572; fluvii saepius nasci gaudent Plin. 3, 1, 2). Man kannte die unterirdischen Wasserläufe (ποταμοὶ διὸ συρίγγων ῥέοντες Str. 275; εἰς χάσματα καταδύντες, εἰς βέρεθρα καταπίπτοντες 215). Man glaubte sogar gelegentlich von oben herab durch Felsschachte den versteckten Flusslauf (τὸ κλεψίρρυτον ὕδωρ, τὸ ὕδωρ τὸ ὑποφερόμενον κρυπτῶς) beobachten zu können (Str. 530). Das Versinken und Auftauchen fand entweder innerhalb desselben Wassergebiets statt, oder ganz entlegene Regionen, durch Gebirg und Meer getrennt, wurden durch Flüsse verbunden. Die abenteuerlichste Wanderlust wurde ihnen angedichtet, und was am meisten einem Lande eigen zu sein scheint, sein Fluss, erscheint als ein Einwanderer, ein ὕδωρ ἔπηλυ Paus. 2, 5, 3. Den gleichsam auf der Flucht befindlichen

Fluss scheint der Name δραπέτης zu bezeichnen, der heute noch einer Schlucht gegeben wird. Vergl. Gött. Gel. Nachrichten 1866 (über Newton's Travels and Discoveries). Der Name erinnert an den transfuga amnis Pisae bei Statius Silv. 1, 2, 207. Auf Grund der unterirdischen Flussverbindungen, an denen Griechenland und Kleinasien so reich sind, war die Phantasie des Volks auf diesem Gebiete an wunderlichen Combinationen so üppig, dass Strabo 271 denselben energisch entgegentreten musste.

So unerheblich auch im Vergleich mit der neueren Welt die Bedeutung der Flüsse für die Städte des Alterthums namentlich in Hellas war, so verdient es doch Beachtung, wie einst Stadt und Fluss mit einander verwachsen gewesen sind, nicht nur wo es sich um so grossartige Naturerscheinungen handelt, wie um den kilikischen Kydnos, von dem man sagte, dass die Bürger von Tarsos trunken vor Liebe zu ihm gewesen seien (Philostr. V. Apoll. 1,5), sondern auch kleine Flüsse gaben der Stadtlage Charakter und Weihe. So spricht der Dichter von der πόλις ἱερῶν ποταμῶν (Medea 846); Theben heisst πύργος διδύμων ποταμῶν, Sparta Εὐρώτα ἄστυ (Theognis 724). Es wird den Heroen als besondere Gnade verliehen Ἀλφεὸν οἰκεῖν (Pind. Ol. 6, 34), und Akragas, die ποταμία, wird gepriesen als ἱερὸν οἴκημα ποταμοῦ (Ol. 2, 9), ὄχθαις ἐπὶ μηλοβότου Ἀκράγαντος. Stadt und Fluss sind gleichnamig. Zwei Flüsse, Akragas und Hypsas, machen die Lage fest, wie Polybios 9, 27 angiebt. Und noch genauer wird als echte Flussstadt Psophis von ihm beschrieben (4, 73): τρεῖς ἐπιφάνειαι ὑπὸ τῶν ποταμῶν περιλαμβανόμεναι. So wurde auch die Stadt Argos durch den Charadros wie einen Laufgraben flankirt, und das Weichbild der Stadt durch den Erasinos, so dass der vor demselben umkehrende König Kleomenes ihn als treuen Stadtwächter bewundern musste (Herod. 6, 76). Die Stätte von Seleukeia in Pierien war unter dem Namen Ὕδατος ποταμοί bekannt Pol. 22, 26. Die erste eigentliche Stromstadt unter den Colonien Athens war Amphipolis am Strymon, ἐν τῇ περιρροίᾳ gelegen, wie Steph. Byz. sagt. Im Allgemeinen scheute man die zu grosse Nähe strömender Gewässer. Das Hereinziehen auch kleiner Gewässer in den Stadtring strafte sich, wie das Beispiel von Mantineia lehrte; denn der, unterhalb der Stadt aufgestaute, Ophis wurde zum Verräther der Stadt (Peloponn. 1, 239). Der Aufbau von Megalopolis an beiden Seiten des Helisson war schon eine moderne Einrichtung, die in den hellenistischen Prachtstädten Nachahmung fand, wie die von der Wasserfülle dreier Flüsse durchströmte Apameia zeigt. Vergl. G. Hirschfeld Kelainai Apameia in den Abh. der K. Akad. der Wiss. 1875 S. 18. Hier breitete sich die städtische Pracht an den Flussufern aus, und man hat sich auch die Geberde des zu Füssen der Antiocheia mit dem

Vordertheil lebhaft auftauchenden Orontes so gedacht, dass derselbe seine freudige Verwunderung über das, was aus seiner Stadt geworden sei, ausdrücke. Andere erkennen in den Händen die Bewegung eines schwimmenden Flussgotts.

In Hellas hat man frühe gelernt, von den Flussbetten aus die perennirenden Quellen der oberen Thalschlucht abzufangen, damit sie sich nicht in der breiten Thalsohle verlieren möchten, und diese aufgefangenen Wasseradern in besonderen Kanälen nach der Stadt zu führen, um dieselbe mit Trinkwasser zu versorgen. So flossen die Bäche, deren Bette vor der Stadt blieben, mit ihrem Quellwasser unterirdisch durch die Städte, speisten die Brunnen und spülten die Kloaken aus; das sind die auch in altgriechischer Zeit sogenannten ποταμοὶ διὰ τῆς πόλεως καὶ τῶν ὑπονόμων ῥέοντες (Str. 235). Das war das erste ὕδωρ εἰσαγώγιμον und der Anfang einer rationellen Wasserversorgung der alten Städte.

Die Flüsse wollen behandelt und gezüchtet werden, wie die Thiere, wenn sie zu Hausthieren und Hausgenossen werden sollen; sie sind selbst die Lehrer der Flusstechnik (ἡ περὶ τὸν ποταμὸν πραγματεία Str. 787; es gilt durch Sorgfalt die Natur zu überwinden (ἐπιμελείᾳ νικᾶν τὴν φύσιν 459). Neben den Naturflüssen werden künstliche Bette gegraben, um das Wasser nach beiden Seiten zu vertheilen (in rivos diducere Tac. Ann. I 79) oder das Übermafs unschädlich zu machen. Während die Kanäle also bei dürftigen Flussquellen das Wasser künstlich aufbewahren und verwerthen, führen sie es bei vollströmenden auf das richtige Mafs: αἱ διώρυχες ἀεὶ μετριάζουσιν ὥστε μήτε πλεονάζειν ἐν αὐτοῖς τὸ ὕδωρ μήτε ἐλλείπειν Str. 740. Die Kanäle neben dem Flusse hiessen auch ποταμοί. So der Πτολεμαῖος ποταμός, eines der künstlichen Nilbette (Letronne Recueil I p. 192); π. ὀρυχθέντες Herod. 2, 93 f. Im attischen Ölwalde zweigten die ὀχετοί oder ῥέεθρα vom Hauptbette nach beiden Seiten ab. Der übermüthige Gyndos wurde von Kyros durch Wasserleitungen so geschwächt, dass Weiber bequem durchwaten konnten (Her. 1, 189). Die Ströme wurden aber auch durch Dämme gebändigt, παραχώματα, welche mit fesselnden Gurten verglichen werden, wie in der oben besprochenen Stelle des Jesaias 23, 10. Auch γεφυρόω, ἀπογεφυρόω sind technische Ausdrücke für Eindämmung der Wasserläufe. Wie Memphis von Menes, so wurde Eleusis von Hadrian gegen Überschwemmungen eingedeicht. Euseb. Chron. 81. Durch Flüsse entwässert man Sumpfstrecken (amnis expellit stagnum Plinius 5, 31, 115). Ähnlich müssen wir uns des Empedokles luftreinigende Thätigkeit denken, welche die Münzen von Selinus verewigen (Diogenes Laert. 2, 11, 10), und derselbe Philosoph soll zwei Flüsse in einander geleitet haben, um das Trinkwasser des

einen durch den anderen zu verbessern (Diog. 8, 70). Bei Anlage von Städten ist die Sicherung vor Wasserschaden immer ein besonderer Augenmerk. So suchte man durch magische Veranstaltungen das neugegründete Constantinopel zu sichern, und durch solche Mittel hatte Apollonios von Tyana nach Malalas (ed. Bekker X p. 264) das Austreten des Lykos und die damit verbundenen Plagen abgewehrt.

Nur andeutend weise ich darauf hin, wie aus der physikalischen Betrachtung der Flüsse sich die poetischen Anschauungen entwickelt haben. Die treibende Kraft wird einem persönlichen Wesen zugeschrieben; der Fluss wird als Person von dem Element unterschieden, wofür der einfachste Ausdruck ist: ὁ Νεῖλος ἵησι τὸ ῥέος (Aesch. Prom. 794), wie auch die neugriechische Volksdichtung einen im fliessenden Gewässer wirksamen Elementargeist kennt (στοιχεῖον τοῦ ποταμοῦ Fauriel, Chants populaires 2, 79).

Malte man sich dies Wesen mit plastischer Phantasie aus, so war es natürlich, sich die Gestalt stromabwärts gelagert zu denken. Der Fluss streckt den Fuss gegen das Meer und zieht ihn bei besonderen Ereignissen zurück (liquorem ad caput revocare, perterritum refluere, undae retortae vergl. Aen. 8, 240; Hor. 1, 2). Den alexandrinischen Poeten folgend, zog man die Gewässer mit einer gewissen sentimentalen Tändelei in die Theilnahme an den menschlichen Dingen herein. Man sah im Stocken des Abflusses ein neugieriges Lauschen (vergl. Ecl. 8, 2: mutata suos requierunt flumina cursus). Die verschwindenden Flüsse verbargen sich aus Furcht vor Blitzen (Str. 751), deren sengender Strahl dazu dient, das Vertrocknen der Schluchten zu erklären (Peloponn. 2, 581), oder es ist das Entsetzen vor dem Blut des Orpheus, von dem die Mänaden sich waschen wollten, wodurch die Flucht des Wassers motivirt wird (Heuzey, Olympe p. 120). So darf man auch bei den verlaufenen Rossheerden, welche Odysseus im Seethal von Pheneos sucht, an die Wellen denken, welche bei plötzlicher Entleerung des Landsees in den Flüssen Arkadiens flüchtigen Pferden gleich davoneilen (Peloponn. 1, 192).

In der Ausmalung der menschlichen Persönlichkeit der Flüsse herrscht eine merkwürdige Inconsequenz. In beiden alten Sprachen kommen dieselben Ausdrücke (caput, ἐκβολή) für Quelle wie für Mündung vor. Das Ausströmen in's Meer erschien wie das Zeichen höchster Energie und konnte deshalb als ein Hauptstück des Flusses erscheinen. Auch Mund und Brust erkannte man bei den Mündungen (τὰ τοῦ Ἴστρου λεγόμενα στήθη Str. 52).

Die Flüsse sind das Bewegliche in der Natur. Sie dienen das Ferne zu verknüpfen und werden so zu völker- und länderverbindenden Symbolen. Wie man den Alpheios nach Sicilien schickt, so lässt

man den bei Milet mündenden Maiandros im Peloponnes als Asopos wieder zum Vorschein kommen, wie den Nil als Inopos. Die in den Maiandros geworfenen Flöten findet ein Schäfer im Asopos (Paus. 2, 7, 9). Das ist nur ein anderer Ausdruck dafür, dass Sikyon der Sohn des Phrygers Pelops von Ibykos genannt wird (Paus. 2, 6, 5); es sind verschiedene Formeln, um denselben Culturzusammenhang zur Geltung zu bringen. Vergl. Schneidewin in den Gött. Gel. Anz. 1846 S. 976. — Mit der Anschauung des Flusses als Schlange oder Drache hing endlich die Anschauung zusammen, dass der Fluss als lebendiges Thier sich in krampfhafter Windung das Bett in den Felsboden eingeschnitten habe (τοῖς ὁλκοῖς ἐντεμεῖν τὴν γῆν καὶ ποιῆσαι τὸ ῥεῖθρον, καταδύντα δ' εἰς γῆν ἀναρρῆξαι τὴν πηγήν, Str. 751).

In das Familienleben geht die volksthümliche Anschauung über, wenn man den Fluss mit den vielen Quellen, die in seinem Bette entspringen, als einen kinderreichen Patriarchen auffasst (πολύτεκνος, Aesch. Suppl. 993), und die Nebenbäche eines Landesflusses, welche Tacitus seine Nachbarn nennt (accolae Ann. I 79), als Brüder bezeichnet werden, wie die in verschiedenen Rinnsalen neben einander strömenden Gewässer des Simois und Skamandros.

Einen romantischen Charakter nehmen die Anschauungen an, wenn zwischen den verschiedenen Gewässern der Geschlechtsunterschied betont wird, um Liebesabenteuer einzuleiten. Das Motiv ist in der Anthol. IX 683 ausgesprochen: Ἀλφεὸς ἄρρεν ὕδωρ, Ἀρεθούσιόν ἐστι τὸ θῆλυ καὶ ποτὸν (lies γάμον mit Jacobs) εὗρεν Ἔρως κιρναμένων ὑδάτων. Es wird also, was bei Sophokles in der Beschreibung des Kephisos als ursprüngliche Einheit von Quelle und Fluss angesehen wird, als Liebschaft und Ehe aufgefasst, und daraus haben sich alle Volkssagen vom Nymphenraube der Flüsse entwickelt, in deren Wogen die Quellen verschwinden. Auch die Verbindung von Süss- und Salzwasser hat poetische Volkssagen hervorgerufen. Der Winterbach vermählt sich mit der See; die Seenymphe liebt ihn, wie vom Selemnos erzählt wird (Paus. 7, 23), so lange er in Schönheit blüht. Als seine Zeit vorüber ist und das Wasser nicht mehr das Meer erreicht, hört das Liebesverhältniss auf. So spiegeln sich die jährlichen Vorgänge der Natur in der poetischen Volkssage. Vergl. Peloponn. 1, 405.

Die besondere Aufmerksamkeit und Pietät für die Flüsse theilen die Hellenen mit ihren arischen Stammverwandten, besonders mit den Persern (Herod., 4, 91). Das fliessende Gewässer ist wie von den Menschen, so auch von den Göttern geliebt (νᾶμα θεοφιλέστατον Soph. Fragm. 758); in ihm waschen sie ihr Haupt (Horat. 4, 6, 26), und Leto, von den Wölfen an den Xanthos geführt, macht ihn, nachdem sie sich und die Kinder gewaschen, zu einem dem Apollon

heiligen (Menecrates Fragm. Hist. Gr. II, p. 342). Alle Flüsse gelten als etwas Heiliges; ihr gedankenloses und gebetloses Durchschreiten ist ein Frevel (Hesiod. W. u. T. 735). Vergl. das peremne auspicari bei Festus p. 245. Besondere Verehrung genossen die schöpferischen, d. h. landbildenden Gewässer; daher die Gesänge, welche den προχοαὶ Νείλου gelten (Aesch. Suppl. 991). Es gab heilige Flussnamen neben den alltäglichen wie Coluber statt Tiber in den Augurbüchern. Servius Aen. 8, 95. Man unterschied auch den Lauf im heiligen Gebiet von dem ausserhalb desselben; so war Herkyna der obere Fluss, der untere Προβατία (Ulrichs Reisen und Forsch. 1, 169); so unterschied man den Lusios und Gortynios (Paus. 8, 28, 2), und bei dem umbrischen Clitumnus war eine Brücke die Gränzlinie zwischen dem heiligen und profanen. Plin. Epist. 8, 8.

Auch abgesehen von religiösen Motiven ändern sich die Namen. Die Ausflüsse heissen anders (verso cognomento Tac. Ann. 2, 6) als der Hauptfluss. Der Fluss von Kaunos hiess im Innern Indos, unten Kalbis (Kiepert, Memoir über die Karte von Kleinasien S. 76). Der achäische Peiros wurde unten (ὑπὸ τῶν ἀνθρώπων τῶν πρὸς θαλάσσῃ) Pieros genannt, (wohl wegen der fruchtbaren Ufer (πίερος, πίαρος, vergl. Dion. Perieg. 227: ὕδασι πιαίνων λιπαρὸν πέδον). Paus. 7, 22, 1. Pelop. 1, 450. Der makedonische Helikon versinkt nach einem 70 Stadien langen Laufe und taucht als Baphyras wieder auf (Paus. 9, 30. Heuzey Olympe p. 120).

Ein phantasiereiches Volk erfreut sich an einer anmuthigen Fülle der Namen, während bei ungebildeten Völkern einförmige und nichtssagende Namen immer wiederkehren, wie z. B. τὸ ποτάμι im heutigen Griechenland.

Namen von Flüssen und Bächen, als Zeugnisse verschiedener Völker und Stämme, die nach einander an derselben Stelle gewohnt haben, zu verwerthen ist eine der schwierigsten Aufgaben. Über Jardanes vergl. Pelop. II, 107. Himera ist semitisch nach Movers (Col. der Phön. 339) und Holm; Angermann S. 3 deutet aus italischer Wurzel gleich Cheimarros.

Die weit überwiegende Menge ist echt griechisch, und wir sind auch bei den Flüssenamen Pausanias dankbar, dass er, als ein gewissenhafter Periéget, sie uns in der landesüblichen Form giebt. Angermann S. 4.

Bei den meisten Namen erkennt man nahe liegende Motive (ἀφορμαὶ τῆς ἐτυμότητος Str. 347), welche von den Alten vielfach zur Geltung gebracht sind. Auch hat man die Gleichnamigkeit als ein Zeichen von Stammverwandtschaft erkannt (πολλαὶ ὁμωνυμίαι Θραξὶ καὶ Τρωσί Str. 590) oder als eine Folge der Colonisation, wie der Eurotas bei Tarent zeigt (Polybios 8, 38).

Suchen wir die Flussnamen nach gewissen einfachen Gesichtspunkten zu gruppiren, so begegnet uns zuerst eine Reihe von Namen, welche eine allgemeine Bezeichnung des Fliessens und Giessens enthalten. So Στρύμων (G. C. Etymologie[5] S. 352), Ῥέων, Ῥῆσος, Ῥοῦς, Ῥύνδακος, Εὐρώτας, Χήσιος, Χύδας, Πλεῖστος, der heutige Xeropótamos bei Delphi (der alte Name bezeichnet die winterliche Anschwellung, der heutige den sommerlichen Zustand); Ἴμβρασος, der bei Winterszeit die samische Niederung unter Wasser setzt (Ross, Inselreisen 1, 144), Κρᾶθις (ἀπὸ τοῦ κίρνασθαι Str. 386); auch Νοῦς ist 'Fluss' gedeutet worden, Angermann a. a. O. S. 10. Die hastige Bewegung bezeichnet Σπερχειός (σπέρχω, σπερχνός, Σπέρχων, Σπερχύλος Griech. Etym.[5] S. 195). Auch Κίερος hat man mit κίω, cieo in Verbindung gebracht und rapidus erklärt. Perrot Bithynie p. 21; Θόας, der ältere Name des Acheloos Str. 450. Auch Orontes hat Lassen (Ind. Alt. 3, 447) aus dem Persischen als den 'rennenden' gedeutet. Von der Form des Laufs stammen die Schlangennamen ὄφις (neugr. Fidári) und δράκων, der ältere Name des Orontes, Coluber (für den Tiberis als flexuosus Serv. Aen. 8, 95), Καμπύλος, Ἑλίσσων (anfractu riparum incurvus Stat. Theb. 4, 53). Auch ἀκύφας ist so gedeutet worden.

Die häufigen Überschreitungen, welche ein krummflüssiges Gewässer (ἀγκύλον ὕδωρ) nöthig macht, werden durch Namen wie Ἑπτάπορος angegeben (Str. 602).

Die Krümmungen sind in der Regel eine Folge des schleichenden Wassergangs (ἕρπειν). Der energische Strom macht sich gerade Bahn. So deutete man den von den pontischen Küstenbewohnern dem Boas gegebenen Namen Akampsis, weil er ohne Umbiegung stracks in das Meer strömt und bei winterlicher Vollfluth selbst noch im Meere die Schiffe vom Ufer forttreibt, Procop. Bell. Goth. IV, 2; Ritter, Klein-Asien I S. 92. Die schnurgerade Richtung bezeichnet auch Gaison, der Speerfluss; zu vergleichen mit Tigris 'sagitta' (nach römischer Deutung) Plinius 6, 27. Den geraden Lauf (alveus rectus bei Servius ad Aen. 8, 95) ohne Beziehung auf rasche Strömung scheint Πηνειός zu bezeichnen, wenn es, mit πῆνος, pannus verwandt, Faden, Leine bedeutet (Gr. Etymol.[5] S. 276). Die Himmelsrichtung glaubte man im Namen Ἀῷος angedeutet; doch hat Meineke darauf hingewiesen, dass dem mit Kypros und Kilikien wiederkehrenden Namen semitischer Ursprung in Bezug auf Adonisdienst zu Grunde liege (Anal. Alex. 279). Vergl. Wieseler Geryon (Allgem. Encykl. S. 208). Anders Angermann S. 13.

Auf den Charakter des Gefälles beziehen sich Namen wie Ὕψας (Reinganum Selinus 66), ebenso Πεδιεύς und Πεδιαῖος. Es bleibt zu erwägen, ob nicht auch das Wort ποταμός, das man gewöhnlich mit πίνω

in Verbindung bringt, das Gefälle bezeichne, da sich die Grundbedeutung rascher Bewegung in der Wurzel πετ nach den beiden Hauptbedeutungen 'fliegen' und 'fallen' verzweigt hat (Gr. Etymol.[5] S. 210).

Die ungestüme Bewegung des Elements (ἄτακτος φορά Schol. B. Aesch. Prom. 699) hat die Phantasie der Alten natürlich am meisten angeregt, und die Flüsse werden wie Kriegshelden von ihren Thaten benannt. So wird des Peneios älterer Name Araxes gedeutet διὰ τὸ ἀπαράξαι τὴν Ὄσσαν καὶ τὸν Ὄλυμπον ῥήξαντα τὰ Τέμπη bei Strabo 536, und die unbändige Freiheitsliebe des armenischen Araxes durch 'pontem indignatus' bei Verg. Aen. 8, 728, die erlangte Herrschaft durch den Namen Εὐρυμέδων charakterisirt. Bei dem plötzlichen Anschwellen kleiner Flussläufe wird ein Zustand von Wahnsinn angenommen (Μάνης, Μαινόμενος, Ἰσόμαντος, gleich dem modernen Furiano), oder ein frevelhaftes Überschreiten der von der Natur angewiesenen Gränzen, wie durch den Namen Ὑβρίστης bezeichnet wird, welchen Aeschylos im Prometheus (wie die Worte οὐ ψευδώνυμος anzeigen) als einen wirklichen Eigennamen angesehen wissen will. Es kommen aber auch Bezeichnungen im Volksmunde auf, welche nicht als geographische Namen Gültigkeit erlangen, wie im Neugriechischen Phonissa die 'Mörderin', Gaïdaropniktes der 'Eselwürger' für Wildbäche Achajas vorkommen, ähnlich wie Βουφάγος u. A. im Alterthum (Peloponn. 1, 405).

Die Tücke der unversehens wie aus einem Hinterhalt drohenden (so deutet Heuzey, Olympe p. 89 Apilas bei Plinius 'le menaçant') oder vorbrechenden Gewässer führte zur Vergleichung mit wilden Thieren (Λύκος, Κάπρος, Κριός, Σῦς, Χοίριος νάπη, Τράγος, Aries) und zu der entsprechenden Legendenbildung; nur die Geschwindigkeit bezeichnet Ἀετός, Ἔλαφος, Ἵππος. An Krieger in voller Rüstung erinnern Namen wie Ὁπλίτης, Ἄρης. Auch mit Giganten gleichnamig kommen die Flüsse vor, wie Κελάδων, den polternden Lärm der Wellen andeutend. Unger, Theb. Parad. 393. Auf unterirdischen Flusslauf mag der Name Νύκτιμος gehen. Alles, was Asopos heisst, hat Sumpfboden und Lehmufer (παρὰ τὴν ἄσιν, τὸν ῥύπον Etym. M. p. 161); daher Lutatius bei G. Hermann Opp. II 204. Die Farbe bezeichnen Namen wie Λευκυανίας, Μέλας, Φοῖνιξ, Ξάνθος; die befruchtende Kraft und die umgebende Vegetation Ἀλφειός (ἀλφεσίβοιον ὕδωρ Meineke Anal. Alex. p. 219), Ἀροάνιος (Ackerfluss vergl. Angermann S. 15), Παρθένιος (διὰ χωρίων ἀνθηρῶν φερόμενος Eustath. Ilias 2, 854), Πύραμος (gedeutet διὰ τὸ πολὺ πυρὸν περιποιεῖν τοῖς ἐν τῇ Κιλικίᾳ οἰκοῦσιν Etym. M.), Ἐρασῖνος, Ἐχέδωρος, Πυξόεις, Ἀξιός (nach ἄξος Wald bei Hesych).

Auf die chemischen Bestandtheile des Flusswassers beziehen sich Namen wie Ἅλυς, die auf benachbarte Salzlager hinweisen; auf die

Benutzung zu Heilzwecken Ἀκεσίνης, Ἀκέσινος (εἰς ἄκεσιν φέρων wie der Tearos, Herod. 4, 90. Vergl. Ἄκις ποταμός — ἐπὶ τῶν ἄγαν ψυχρῶν.

Zu dem, was ich über therapeutische Benutzung von kaltem Flusswasser in der Abhandlung über griechische Quellen- und Brunneninschriften (Kön. Ges. der Wiss. zu Göttingen Bd. 8) gesagt, kann noch Str. 238 über die ὕδατα ψυχρὰ der Albula hinzugefügt werden, und Welcker Sylloge n. 192.

Zur pergamenischen Gigantomachie.

Von Dr. O. Puchstein
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Conze.)

Vor einigen Wochen wurde mir Gelegenheit gegeben, von den ersten Bogen des gegenwärtig im Druck befindlichen VIII. Bandes der Alterthümer von Pergamon, der die bei den Ausgrabungen zu Tage gekommenen Inschriften enthält, Correcturabzüge einzusehen. Hierin traten mir nach E. Fabricius' Copien von M. Fränkel nahezu vollzählig zusammengestellt, übersichtlicher als in den in den Königlichen Museen befindlichen Originalen, die Götternamen entgegen, welche auf den unmittelbar über die Gigantomachiereliefs des grossen Altars gehörigen Gesimsblöcken eingemeisselt sind; zugleich mit den Götternamen waren in der Beschreibuug derjenigen Inschriftblöcke, die vollständig erhalten sind, die eigentümlichen von R. Bohn in dem I. vorläufigen Bericht über die Ausgrabungen zu Pergamon S. 41 erläuterten Versatzmarken mitgetheilt, welche nach Art eines gewissen alphabetischen, nicht arithmetischen Zählsystems gewöhnlich aus zwei Buchstaben bestehen und ehemals dazu gedient haben, die einzelnen Blöcke innerhalb des langen Gesimsstreifens an ihren richtigen Platz zu versetzen. Angesichts dieses Materials wurde meine Aufmerksamkeit in verstärktem Maasse auf die Frage gelenkt, in wie weit sich die ursprüngliche Anordnung der numerirten Gesimsblöcke ermitteln und sich dadurch eine Beziehung zwischen den inschriftlichen Götternamen und den im Friese dargestellten Götterfiguren mehr als bisher geschehen herstellen liesse. Die Wichtigkeit dieser Frage war von der Leitung der an die pergamenischen Ausgrabungen anknüpfenden Untersuchungen schon früher erkannt, die planmässige Bearbeitung des in mannigfacher Weise vorbereiteten Materials indessen in letzter Zeit namentlich dadurch hinausgeschoben, dass Hr. Bohn, auf dessen Mitwirkung es dabei wesentlich ankam, seinen Wohnsitz nicht mehr in Berlin hatte.

Nach den mir vorliegenden Correcturbogen stehen folgende Versatzmarken und Götternamen je auf ein und demselben Gesimsblock:

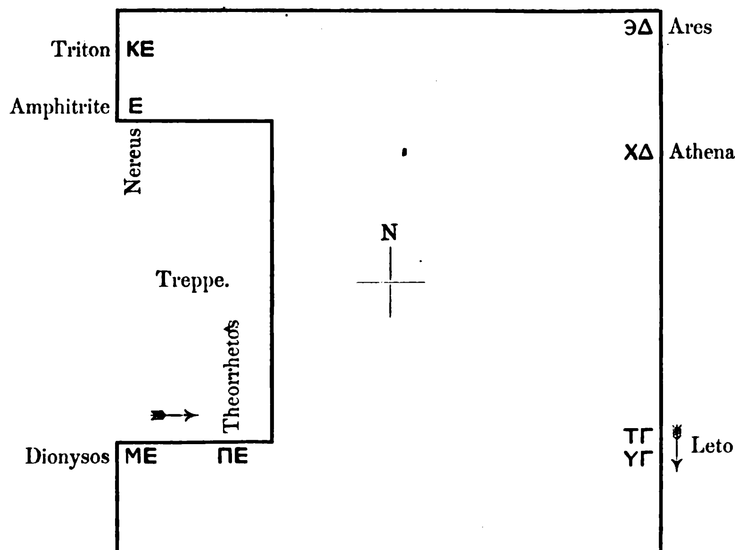
ΔΓ — Ἡρακλῆς.
ΚΓ — Ἥ[ρ]α.[1]
ΤΓ — } Λη[τ]ώ (halb auf dem einen, halb auf dem anderen
ΥΓ — } Block beiderseits der Fuge eingemeisselt).
ΒΔ — Ἀστερίη.
ЭΔ — Ἄρης (Eckblock, dessen Marke gewöhnlich als ЄΔ gelesen wurde).
ΗΔ — Θέμις.
ΝΔ — Ἠ]ώς oder Ἔρ]ως von Hrn. Fränkel zur Ergänzung der ganz winzigen Reste eines Ω und eines Σ vorgeschlagen.
ΞΔ — Διώνη.
ΧΔ — Ἀθηνᾶ.
Ε — Ἀμφιτρίτη einerseits, Νηρεύς andererseits (Eckblock, auffällig durch das Fehlen des zweiten Buchstabens).
ΚΕ — Τρίτων.
ΜΕ — Σάτυροι, wozu nach dem Fries auch Διόνυσος zu ergänzen ist (Eckblock).
ΞΕ — Νύ[μφαι].

Ausserdem ist der Block mit der Inschrift Ἀφροδίτη vorhanden; aber in den Correcturbogen war dessen Versatzmarke infolge eines besonderen Zufalls einstweilen noch nicht angegeben. Endlich ist zu der oben aufgezählten Reihe auch noch ein Block ΠΕ zu rechnen, der nicht einen Götternamen, sondern den Künstlernamen Θεόρρητος enthält; in ähnlicher Weise steht auch auf dem Dionysosblock ΜΕ der Rest einer Künstlerinschrift.

Um nun den Platz zu bestimmen, den ein jeder dieser vereinzelten aus einer grossen fortlaufenden Reihe herausgerissenen Gesimsblöcke ursprünglich an dem Altarbau eingenommen hat, ging ich in erster Linie von dem Fries aus; denn hier hatte bereits die Vertheilung der Reliefplatten auf die vier Seiten des Altars, namentlich auf die Ecken desselben, zu ganz sicheren Ergebnissen geführt. Von den 14 (oder wenn man Dionysos und die Satyrn gesondert zählt 15) inschriftlich genannten Göttern waren sechs (bez. sieben) in den Friesdarstellungen zweifellos nachzuweisen und darnach die sechs entsprechenden Gesimsblöcke an mehr oder weniger genau bestimmte Stellen zu setzen, nämlich ΤΓ und ΥΓ (Leto) an die Ostseite des Altars nahe der Südostecke, ΧΔ (Athena) auch an die Ostseite,

[1] Auf dem Block ΚΓ ist an der rechten Kante nur Η erhalten und ausserdem noch Platz für einen zweiten Buchstaben. Hiermit hat man ein auf einem kleinen Bruchstück (des Blockes ΙΓ?) erhaltenes, rechts von der Kante eingemeisseltes Α zu dem Namen der Hera verbunden.

aber auf die nördliche Hälfte derselben, KE (Triton) an die Westseite links von der Treppe, E (Nereus und Amphitrite) an die Ecke der linken und ME (Dionysos) an die Ecke der rechten Treppenwange. Mit letztgenanntem Block hängt nun aber ΠE (Theorrhetos) durch die bei beiden an gleicher Stelle eingemeisselte Künstlerinschrift so eng zusammen, dass man auch diesem schon sofort nach der Ausgrabung[1] seine Stelle an der rechten Treppenwange angewiesen hatte. Endlich musste aus Gründen, die von der Betrachtung der Reliefcomposition abgeleitet sind, auch ohne dass die zugehörige Figur im Fries erhalten ist, ЭΔ (Ares) auf die Nordostecke des Altars versetzt werden. Das so gewonnene Bild der Markenvertheilung veranschaulicht folgendes Schema:



Man übersieht daran sofort, dass die Blöcke der E-Reihe an der Westseite, in die bekanntlich die Treppe einschneidet, die Blöcke der Δ- und der Γ-Reihe dagegen an der Ostseite zusammenstehen; aber die alphabetische Folge der in den Marken gewöhnlich an erster Stelle befindlichen Buchstaben, d. h. eben die Richtung der Zählung um den ganzen Bau, war mir hierdurch noch nicht klar geworden. Denn wenn es auch nahe lag an der rechten Treppenwange von ME bis ΠE durchzuzählen und ΞE (Nymphen) einzuschalten, so störte doch wieder das E an der linken Treppenecke den Zusammenhang mit dieser Reihe, und gar KE, das etwa um drei Blöcke von E absteht, war nur unter Annahme gewisser Regelwidrigkeiten mit ME zu vereinigen. An der Ostseite schienen aber die beiden den Namen der Leto

[1] III. vorläufiger Bericht S. 51.

enthaltenden Blöcke TΓ und YΓ hinsichtlich der Zählrichtung wiederum mit der Reihe ME—ΠE in Einklang zu sein; setzte man dementsprechend von hier aus das Alphabet nach beiden Seiten hin weiter fort, so fiel ωΓ etwa an die Südostecke und AΓ in die Nähe von XΔ. Eine neue Schwierigkeit erhob sich jedoch bei den beiden ihrem Platze nach sicher angesetzten Beispielen der Δ-Reihe. Wenn man nämlich ЭΔ als ЄΔ las, erhielt man, da ja die sämmtlichen Buchstaben zwischen Є und X (bez. ω) ergänzt werden mussten, zwar eine mit der Γ-Reihe übereinstimmende Zählrichtung, aber eine so grosse Anzahl von Blöcken, dass der bis AΓ noch verfügbare Raum an der Ostseite dafür zu klein war. Und dies selbe Bedenken blieb in verstärktem Maasse bestehen, nachdem ich erkannt hatte, dass Э nicht Є, sondern die ältere Form von Э ist, und es demnach schien, dass die Zählrichtung verändert wäre; denn man musste im ersten Augenblick annehmen, dass dieses Zeichen der Regel nach am Ende des Alphabets hinter ω seine Stelle hätte.

Eine unerwartete Aufklärung über die Anordnung der Δ-Reihe ergab sich hierauf aus der Betrachtung der beiden Blöcke NΔ (Eos oder Eros?) und ΞΔ (Dione). Zunächst konnte man nämlich aus ihrer unmittelbaren Aufeinanderfolge den Schluss ziehen, dass die auf NΔ erhaltenen Inschriftreste wegen der Nähe der Dione mit grösserer Wahrscheinlichkeit zu Eros als zu Eos zu ergänzen wären; ausserdem liess sich durch eine Prüfung der architektonischen Zurichtung der Blöcke selbst feststellen, dass sie nur in der Reihenfolge NΔ|ΞΔ, nicht in der umgekehrten ΞΔ|NΔ an einander gesetzt werden könnten. Da der letztere Umstand aber zu derselben Zählrichtung führte, die sich für die Γ-Reihe aus den Leto-Blöcken ergeben hatte, durfte man NΔ und ΞΔ — bei vorläufiger Ausschliessung des noch einigermaassen unklaren ЭΔ — direct mit XΔ (Athena) in Verbindung bringen und darnach den Anfang der Δ-Reihe an der Nordseite des Altars vermuthen. Demnach war auch auf dem Fries derselben Seite — es ist hier gleich von der Nordostecke an eine grössere Reihe zusammenhängender Reliefplatten erhalten — die Darstellung des Eros und der Dione zu erwarten. Um das zu prüfen, trat ich vor die in Frage kommenden Reliefs und bemerkte in der That auf den ersten Blick die so charakteristische Figur des kleinen Eros. Dass man ihn bisher nicht erkannt hatte, lag daran, dass er nahe der Ecke an einer Stelle, wo man im Friesrelief sonst Adler zu finden gewöhnt ist, mit ausgebreiteten Flügeln in der Luft fliegt, und die wenigen Reste, die von seiner Gestalt übrig geblieben sind, im wesentlichen ausser den Flügeln nur die Umrisse des linken vorgestreckten Oberarms, des linken frei herabhängenden Beines und des rechten

im Knie aufgebogenen Unterschenkels, leicht mit einem Adler verwechselt werden können.

Durch den Eros war ferner die üppige, mit Schild und Schwert bewaffnete Göttin in dünnem Chiton, vor der er herfliegt, ihrer Bedeutung nach unmittelbar als Aphrodite festgestellt. So hatte man diese schöne Gestalt übrigens auch schon bei der ersten Auffindung benennen wollen;[1] aber da sie auf einer Eckplatte dargestellt ist, ihr Name jedoch nicht auf einem Eckblock des Gesimses steht, so hatte man wegen dieses Widerspruches die richtige Deutung wieder fallen lassen. Thatsächlich ist aber die rechte nördliche Front des Aresgesimsblockes, der auf der Nordostecke seinen Platz hat, so kurz, dass der Kopf der Aphrodite erst unter den nächst anstossenden Gesimsblock, welcher also keine Eckform hat, zu stehen kommt. Und eben darin, dass, wie man nunmehr sieht, Ares und Aphrodite unmittelbar neben einander dargestellt sind, liegt ein fernerer Beweis für die Richtigkeit der Deutung. Vor dem Eros befindet sich nun im Friese eine bei der jetzigen Erhaltung durch kein Attribut kenntlich gemachte Göttin, der man auf Grund der Gesimsinschrift unbedenklich den Namen Dione geben konnte, wenn hierdurch auch die oben angenommene Zählrichtung ΝΔ (Eros) | ΞΔ (Dione) wieder zweifelhaft wurde. Diese musste endgültig durch die wie gesagt im Correcturbogen noch fehlende Marke des Aphroditeblockes aufgeklärt werden. Eine schnelle Anfrage dieserhalb bei Hrn. Bohn brachte eine überraschende Lösung: er schickte uns zugleich mit der Angabe der Versatzmarke als ΡΔ eine von ihm schon 1879 auf Grund der Versatzmarken und Klammerbänder gemachte Restauration der sechs unmittelbar zusammenhängenden, theils inschriftlosen Gesimsblöcke ΜΔ | ΝΔ (Eros) | ΞΔ (Dione) | ΟΔ | ΠΔ | ΡΔ (Aphrodite). Da inzwischen von mir schon festgestellt war, dass der Aresblock ЭΔ an den Aphroditeblock ΡΔ anzufügen sei, so ergab sich zunächst, dass Э in dem hier angewendeten Alphabet an Stelle von Σ gesetzt ist, und ferner, dass die Δ-Reihe thatsächlich in derselben Richtung wie die Γ-Reihe durchgezählt war, also an der Ostseite des Altars ωΔ mit ΑΓ zusammenstiess, endlich aber, dass ΝΔ nicht über den neugefundenen Eros, sondern über einen rechts von der Dione kämpfenden, durchaus männlichen Gott zu liegen kommt, der unmöglich Eros, noch viel weniger Eos geheissen haben kann.

Um die mit sichtlichem Erfolge begonnene Untersuchung der Gesimsanordnung sogleich zu einem Abschluss bringen zu können,

---

[1] Conze im I. vorläufigen Bericht S. 53. In der Werkstatt der Königlichen Museen war der Name Aphrodite immer beibehalten worden. Vergl. M. Mayer, Giganten und Titanen, S. 376.

wurde hierauf Hr. Bohn zu einer mündlichen Besprechung eingeladen und gebeten, seine Aufnahmen der sämmtlichen Blöcke, auch der nicht mit Götternamen versehenen, deren Originale in Pergamon verblieben sind, bereit zu halten. Hr. Bohn kam dieser Aufforderung freundlich nach und legte mir hier in Berlin insgesammt die Aufnahmen von folgenden 54 Blöcken vor:

E Eckblock, Amphitrite und Nereus.
A[E?]
BE
Δ[E oder Δ?]
ЄE
HE Eckblock mit einem Namensrest.
ΘE
KE Triton.
ΛE Eckblock.
ME Eckblock, Dionysos.
NE
ΞE Nymphen.
ΠE Theorrhetos (Künstlername).
BΔ Asteria.
ЄΔ
HΔ Themis.
IΔ
KΔ
MΔ
NΔ weder Eros noch Eos zu lesender Namensrest.
ΞΔ Dione.
OΔ
ΠΔ
PΔ Aphrodite.
϶Δ Eckblock, Ares.
TΔ
YΔ
ΦΔ
XΔ Athena.
ΨΔ
ωΔ
AΓ kleinere Nebenmarke ωΔ.
ΓΓ
ΔΓ Herakles.
ЄΓ
ZΓ
IΓ
KΓ Hera (vergl. oben S. 1232 Anm.).
NΓ
ΞΓ
ΠΓ
TΓ } Leto.
YΓ }
ΦΓ
XΓ
ωΓ

ferner einen Eckblock, von dem die Oberfläche mit der Versatzmarke abgesplittert ist, ausserdem als doppelt vorhanden BE
KE
ΛE
IΔ
MΔ
PΔ

und endlich einen Block ohne Marke, der, treppenförmig ausgeschnitten, nur an die oberste Stufe der linken Treppenwange gehört haben kann.

Bei der gemeinsamen Betrachtung dieser verhältnissmässig zahlreichen Versatzmarken fesselte vor allen die auf ein und demselben Block eingemeisselte Marke AΓ ωΔ unsere Aufmerksamkeit: es wurde

dadurch bestätigt, dass das derartige Zusammentreffen der Δ- und der Γ-Reihe oben richtig erschlossen war, also thatsächlich je der erste Buchstabe der Marken in gegensätzlicher Richtung zu dem zweiten lief. Was die Anzahl der verwendeten Zählbuchstaben betrifft, so hatte Hr. Bohn bereits festgestellt, dass ЄΓ und ZΓ nach den technischen Merkmalen der Werkstücke unmittelbar an einander passen, und demnach C (Stigma) in diesem Alphabet gefehlt hat. Da ausser den drei schon untergebrachten Eckgesimsblöcken auch die drei noch fehlenden vorhanden sind, konnte es nach der an der Ostseite und an der rechten Treppenwange übereinstimmend ermittelten Zählrichtung nicht mehr zweifelhaft sein, dass ΛE an die Nordwestecke neben KE (Triton), und demnach der vierte Eckblock der E-Reihe, HE, an die Südwestecke zu setzen wäre. Es blieb daher für den letzten Eckblock, dessen Marke zerstört ist, nur noch die Südostecke übrig. Zwischen HE an der Südwestecke und ME an der rechten Treppenecke fehlten im Alphabet die vier Buchstaben Θ, I, K und Λ, und annähernd für vier Blöcke würde auf dieser im Ganzen etwa 5^{m} langen Strecke ausser den beiden Eckblöcken noch Raum vorhanden sein. Da aber KE mit dem Namen des Triton an der nördlichen Hälfte der Westseite durch die in bestimmtem Abstande von der Ecke erhaltene Figur unverrückbar fest liegt und neben ihm an der Nordwestecke bereits der Eckblock ΛE von uns angenommen war, so folgte hieraus, dass an der ganzen Treppenseite (Westen) die E-Reihe doppelt zur Verwendung gekommen war. In der That sind abgesehen von BE gerade die Marken KE und ΛE zweimal vorhanden, und zwar schliesst das eine Paar dieser doppelten Blöcke sicher an ME (rechte Treppenwange) an. Die einfache Marke E auf dem Eckblock links von der Treppe wird hierdurch allerdings nicht erklärt: es bleibt für sie scheinbar nur die Annahme übrig, dass es eine unvollkommene Marke ist, bei welcher der Steinmetz den eigentlichen Zählbuchstaben, der Z sein müsste, ausgelassen hat.

Über die Anordnung der Δ- und Γ-Reihe bestand bei dieser ersten Durchsicht der Gesimsmarken unter uns kein Zweifel: AΔ, das mit ωE zusammentraf, bis zu dem Nordosteckblock ∋Δ gehörte an die Nordseite des Altars, während ∋Δ—ωΔ und AΓ—ωΓ an der Ostseite herunterlief. Der letztgenannte Block, ωΓ, musste, wie sich aus dem am Friese genau messbaren Abstand der Leto von der Südostecke ergab, unmittelbar an den unnumerirten Eckblock stossen, für den es am nächsten lag als Versatzmarke AB zu ergänzen und demgemäss zu vermuthen, dass eine daran anschliessende B-Reihe den grösseren Theil der Südseite gefüllt habe. Von einer solchen B-Reihe hat sich allerdings kein einziger Block gefunden, auch nicht von einer

A-Reihe; letztere — das war uns nicht zweifelhaft — muss aber unter den Gesimsmarken überhaupt gefehlt haben, da kein Platz mehr für sie vorhanden sein würde. Die Länge des ganzen Gesimses reichte nicht einmal so weit, um ausser den angenommenen vier vollständigen Reihen auch noch die zweite E-Reihe bis zu Ende auszuzählen.

Überblickte man das hiernach gewonnene Ergebniss, so schien in Bezug auf die Zählung nichts mehr irgend einem Bedenken Raum zu geben. Man hatte an der linken Treppenwange mit der E-Reihe begonnen, nach Norden hin rings um den Altar die Δ-, die Γ- und die B-Reihe folgen lassen und endlich aus Gründen, die mit dem Bau der Treppe zusammenhängen mochten, noch einmal eine E-Reihe theilweise verwendet. Die Nordund die Ostseite enthielt demnach je 32, die Südseite 31 Blöcke. Nach einer vorläufigen Probe schienen fast alle dem Alphabet nach auf einander folgende Blöcke auch den Spuren der Längsverklammerung nach aneinander zu schliessen. Nur bei TΔ und YΔ sowie u. a. bei ωΔ und AΓ waren die Maasse der Klammern wenigstens nach den vorliegenden Aufnahmen so verschieden, dass es besonders Hrn. Bohn schwer fiel, daran zu glauben, dass jene Blöcke am Bau wirklich neben einander gesessen hätten. Wir suchten uns hierüber zunächst damit zu beruhigen, dass auch sonst an dem Altar manche Flüchtigkeiten in der Technik beobachtet sind und, da einige der von uns untersuchten Marken radirt und corrigirt sind, gerade beim Versetzen des Gesimses Unregelmässigkeiten vorgefallen sein müssen. Dazu rechnete ich auch die oben S. 1236 aufgezählten drei doppelten Δ-Blöcke, indem ich annahm, dass man dieselben während des Baues ausgeschaltet und in eine andere Reihe gesetzt hätte, ohne die Marken ordnungsmässig zu corrigiren.

So mehr über das Gesammtergebniss erfreut, als durch jene geringfügigen Regelwidrigkeiten beunruhigt, schlossen wir unsere gemeinsame Untersuchung bei der Abreise des Hrn. Bohn mit der Verabredung, dass nun ein jeder von uns den ihn am meisten interessirenden Theil des Altarbaues weiter erforschen sollte.

Was die Beziehungen der Gesimsblöcke mit ihren Inschriften zum Friese betraf, so erregte vor allen Dingen der Umstand, dass nunmehr Themis (HΔ) und Asteria (BΔ) an der Nordseite des Altars einen bestimmten Platz in der ursprünglichen Composition erhalten hatten, meine Aufmerksamkeit. Denn es war zu hoffen, dass sich mit Hülfe der Inschriften jene beiden für den Künstler so schwer charakterisirbaren Göttinnen in den Reliefdarstellungen würden wiederfinden lassen. Die genaue Entfernung des Themisgesimsblockes von der Nordostecke war freilich nicht zu ermitteln, da in der Reihe

von ϽΔ her ΛΔ und ΘΔ fehlen; brachte ich nach einer übrigens nicht ganz zutreffenden Annahme für jeden dieser Blöcke als Durchschnittsmaass 0ᵐ87 in Anschlag, so war die rechte Kante von HΔ insgesammt 10ᵐ86 von der genannten Ecke entfernt: dieselbe Länge auf den erhaltenen Theil des Nordfrieses (nämlich 12 noch vorhandene Platten von zusammen 10ᵐ06 und eine inmitten fehlende von etwa 0ᵐ80) übertragen, traf genau auf die rechte Kante einer Platte, auf welcher eine bisher ungedeutete beflügelte Göttin dargestellt ist. Das musste also Themis sein; und nicht weit davon schien nach ungefährer Schätzung der Abstände BΔ gleichfalls, wie es die Inschrift erforderte, über eine Göttin, die sogenannte Schlangentopfwerferin, zu gehören — letztere mithin die Asteria zu sein.

Dies Ergebniss war zunächst mehr verwirrend als fördernd. Denn weshalb der pergamenische Künstler Themis jungfräulich und geflügelt dargestellt und der Titanentochter Asteria, der Mutter der Hekate, den räthselhaften Schlangentopf in die Hand gegeben hätte, vermochte ich mir durch Vergleich mit anderen Monumenten nicht zu erklären. Da traf es sich zufällig, dass ich Hrn. Robert jene auffälligen Benennungen der beiden Göttinnen darlegen und mit ihm das vorliegende Problem besprechen konnte. Er fand sehr bald einen unverhofften Ausweg, indem er bei der vermeintlichen Themis an deren Tochter, die Dike oder Parthenos, die als Sternbild regelmässig geflügelt ist, erinnerte, und auf den Namen Asteria aufmerksam gemacht, sofort den Schlangentopf auf das Sternbild der Hydra mit dem Krater bezog. Allen Zweifel an der Richtigkeit dieser höchst überraschenden Deutungen beseitigte ein schneller Blick auf die Friesreliefs, der uns mit einem Schlage lehrte, dass auch die in der Nähe dargestellten Gottheiten Sternbilder sein konnten: zwischen Themis-Parthenos und Asteria ein kräftiger Gott in der Exomis — Bootês, links von der Parthenos ein mit einer wuchtigen Keule kämpfender Gott, den man bisweilen für Herakles gehalten hatte — Orion, endlich zwischen letzterem und der Dione ein Paar gleichartiger, nackter, mit Schild und Speer, bez. Schwert bewaffneter Götter, von denen der eine in den Umschlingungen eines ungeheuren Giganten dem Unterliegen nahe ist — die Zwillinge. So war plötzlich zu unserem nicht geringen Erstaunen einer der merkwürdigsten Gedanken in der Conception des Altarfrieses aufgedeckt: neben den olympischen Göttern als Vertheidiger des von den Giganten bestürmten Himmels die Sternbilder selbst und an ihrer Spitze die Asteria, gleichsam die Himmelskönigin dargestellt, und zwar an der Nordseite des Baues, während die Südseite Helios mit seinem Gefolge einnimmt.

Bei diesem durch wiederholte Betrachtung der Reliefﬁguren an der Nordseite des Altars sich übrigens immer mehr bewährenden Resultat gaben nur zwei Dinge einen schwer zu beseitigenden Anstoss: dafür, dass man das Sternbild der Jungfrau im Alterthum auch Themis genannt hätte, liess sich nur ein einziges Zeugniss, bei Martianus Capella (II, 174 Kopp), beibringen, und in den mannigfachen Sagen über eine Göttin oder Heroine Asteria war kein einziger Zug zu bemerken, der auf die von uns aus ihrem Namen erschlossene Bedeutung, als einer Personification des gestirnten Himmels, bezogen werden konnte. Derartige im Grunde nur durch die Namen Themis und Asteria, nicht aber durch die äussere Erscheinung der beiden Friesfiguren hervorgerufene Bedenken vereinigten sich bei mir plötzlich mit der bereits erwähnten Beobachtung, dass von der B-Reihe der Gesimsblöcke, die wir an der Südseite des Altars ergänzt hatten, kein einziges Exemplar gefunden war, obwohl das Relief dieser Seite vollständiger als das irgend einer anderen vorhanden zu sein scheint. Ausserdem hatte auch die doppelte E-Reihe von Anfang an für uns etwas Auffälliges gehabt: denn es hätte beim Bau, nachdem man einmal mit E, Δ, Γ und B operirt hatte, doch viel näher gelegen, die Wiederholung einer schon einmal verwendeten Buchstabenreihe dadurch zu vermeiden, dass man hinter ΩB mit AA statt wiederum mit AE fortfuhr. Es fehlte jetzt endlich nur, sich der drei doppelt vorhandenen Δ-Blöcke zu erinnern, um sofort auf die Vermuthung zu kommen, dass eine B-Reihe überhaupt nicht existirte, sondern wie die E- so auch die Δ-Reihe wiederholt gewesen wäre und beide Doppelreihen gleichmässig die Γ-Reihe der Ostseite eingeschlossen hätten.

Damit war aber auch die Lage eines jeden der erhaltenen Δ-Blöcke wieder zweifelhaft geworden und gerade der Ansetzung von HΔ (Themis) und BΔ (Asteria) der sichere Boden entzogen. Das war namentlich um der Asteria willen schmerzlich. Denn sowie man dem unnumerirten Eckblock an der Südostecke nicht mehr die Marke AB, sondern nach der neugewonnenen Vorstellung AΔ gab, musste unmittelbar darauf ein BΔ folgen und, gesetzt das wäre der Asteria-Block, so fand derselbe hier ebenfalls über einer von einem Hunde begleiteten Göttin seinen Platz, der man den Namen Asteria wegen der Nähe der Hekate, der Tochter der Asteria, auf Grund der Reliefdarstellung nicht vorenthalten konnte. Ebenso verhielt es sich mit dem Themis-Block. In einem grösseren Abstand nämlich, den man nach der Anzahl der zwischen BΔ und HΔ fehlenden Blöcke ungefähr berechnen konnte, traf man in dem Südfries weiter nach Westen hin wiederum auf eine Göttin, von der freilich nur der linke Arm auf

der einen und jenseit einer Lücke ihr rechtes Bein auf einer anderen Reliefplatte erhalten ist. Es stand also von Seiten des Frieses nichts im Wege auch hier eine Darstellung der Themis anzunehmen.

Die Entscheidung über diese so unerwartet aufgetauchten Zweifel konnte nur der Architekt fällen. Ich schrieb daher eiligst an Hrn. Bohn über die neue Möglichkeit der Gesimsanordnung und versah ihn zugleich mit einigen an den Reliefs genommenen Maassen, die zur Bestätigung oder Widerlegung der Annahme einer doppelten Δ-Reihe führen mussten. Von der Südostecke ist die Kopfmitte der ersten Göttin an der Südseite des Altars $1^{\text{m}}29$ entfernt; kam hierüber der Asteria-Block so zu liegen, dass die Inschrift genau über dem Kopfe der Göttin stand, so musste die linke Frontseite des Eckgesimsblockes, da die Inschrift 'Αστερίη von der rechten Kante ihres Blockes (BΔ) $0^{\text{m}}63$ absteht, $1.29 - 0.63 = 0^{\text{m}}66$ lang sein. Ferner ist die linke Kante der sechsten Reliefplatte von der Ecke $5^{\text{m}}62$ entfernt; die siebente, fehlende, Platte hat, wie gesagt, den Körper einer Göttin enthalten, deren Kopf höchstens $0^{\text{m}}30$ von der eben gemessenen Plattenkante abstehen konnte: darüber den Themis-Block gelegt, musste dessen rechte Kante von der Südostecke $5^{\text{m}}44$ entfernt sein. Hr. Bohn antwortete hierauf umgehend, dass er auf Grund auch seines Untersuchungsmaterials ebenfalls bereits die Überzeugung gewonnen hätte, dass die Δ-Reihe an der Südseite des Altars wiederholt war. Er hatte nämlich inzwischen seine Zeichnungen und Maasse der sämmtlichen Gesimsblöcke genauer verglichen und besonders darauf geachtet, ob Blöcke, die nach den alphabetischen Marken zusammenzugehören schienen, sich auch wirklich nach Maassgabe ihrer architektonischen Zurichtung an einander setzen liessen. Dazu verfügte er hauptsächlich über zwei Hülfsmittel, das eine sind die Maasse der Löcher von denjenigen Klammern, mit denen zwei anstossende Blöcke ehemals verbunden waren, das andere die Aufnahmen gewisser Einritzungen auf der Oberseite der Blöcke, die jedesmal die Axe einer Säule der auf dem Unterbau des Altars errichteten Halle bezeichnen und über die zwischenliegenden Blöcke hin genau $1^{\text{m}}40$ Abstand von einander haben müssen.

Mit diesen Hülfsmitteln hatte sich Hrn. Bohn ergeben, dass die sämmtlichen vorhandenen Δ-Blöcke unmöglich zu einer einzigen Reihe vereinigt werden könnten, vielmehr eine grosse Anzahl derselben auszuschalten und mit den drei doppelten Blöcken IΔ, MΔ und PΔ zu einer neuen Reihe zusammenzuordnen wäre, die nach Ausweis der Fundorte gerade der ausgeschalteten Blöcke am wahrscheinlichsten an die Südseite des Altars gehörte.[1] Was den Asteria- und den

[1] Nachträglich sah ich an den Abklatschen der Versatzmarken, dass das Δ

Themis-Block betraf, so liess sich nunmehr der erstere thatsächlich dem einzigen bei ihm erhaltenen Klammerloch nach an den Südosteckblock anfügen und ausserdem war dessen linke Frontseite genau so lang wie ich sie nach dem Relief gemuthmaasst hatte — $0^{m}66$, während für die oben bezeichnete Einritzung der Säulenaxe auf dem Themis-Block Hr. Bohn $5^{m}86$ Abstand von der Ecke verlangte, was für die rechte Kante desselben $5^{m}46$ statt der von mir berechneten $5^{m}44$ ergab, also ebenfalls hinreichend zutraf. Durch diese Übereinstimmung zweier auf verschiedenem Wege gefundenen Maasse musste man nunmehr als endgültig ausgemacht ansehen, dass Themis und Asteria nicht an der Nordseite, sondern an der Südseite des Altars nahe der Südostecke dargestellt sind.

Für die Zwecke dieser Mittheilung kommt nichts darauf an, welche Folgerungen für den oberen Aufbau des Altars Hr. Bohn aus der schliesslich als richtig ermittelten Gesimsanordnung zieht; es genügt durch das beiliegende Schema zu zeigen, in welcher Weise nunmehr die einzelnen Blöcke nach seinen Untersuchungen rings um den Bau zu vertheilen sind.

Was aber diejenigen Folgerungen betrifft, welche sich aus der endgültigen Gesimsanordnung für die Zusammensetzung und Deutung des Frieses ergeben, so wird man in erster Linie die Frage aufwerfen, ob trotz der anderweitigen Ansetzung des Themis- und des Asteria-Blockes dennoch die Erklärung der Figuren an der Nordseite des Altars als Sternbilder, auf welche Hr. Robert mich geführt hatte, aufrecht erhalten werden kann. Eine genauere Betrachtung wird es sehr wahrscheinlich machen, dass thatsächlich ein merkwürdiger Zufall unter Mitwirkung eines Irrthums die Entdeckung des Richtigen herbeigeführt hat. Am deutlichsten ist das an der Figur der Parthenos zu zeigen. Wie auf dem pergamenischen Friese, hat sie auch in den meisten antiken Darstellungen[1] vor allem Flügel; ihre jungfräuliche Gestalt ist im Friese noch besonders dadurch zur Erscheinung gebracht, dass sie in schnellem Schritt ihren Gegner einholend mit einem um die Füsse flatternden Chiton bekleidet ist, der die rechte Brust unbedeckt lässt. Auffälligerweise sind ferner auf dem Saum desselben über der linken Brust, senkrecht unter einander, in einer Entfernung von 4^{cm} zwei kleine runde Löcher eingebohrt, die nicht auf einen

---

nördlichen Reihe eine schmale, hohe, das der südlichen dagegen eine davon sehr verschiedene breite, flache Form hat.

[1] Auf dem Atlas Farnese (Passeri. Atlas Farn. im Thesaurus Gemmarum astrifer. III Taf. V). auf dem Kalenderfries in Athen (Friederichs-Wolters. Gipsabgüsse antiker Bildwerke Nr. 1909), in pompeianischen Bildern (vergl. Annali dell' inst. 1884. LVI, tav. H—K), häufig in Darstellungen des Thierkreises auf Münzen und Gemmen.

zum Gewande nothwendig gehörenden Ansatz Bezug zu haben scheinen, wie etwa ähnlich die zahlreicheren an den Stiefeln befindlichen Bohrlöcher, in denen theils noch kleine Eisenstifte zur Befestigung metallener Knöpfe stecken. Wiederum auffällig ist auch eine grössere Anzahl gleichartiger Bohrlöcher (im Ganzen sechzehn) in den Stirnhaaren des von der Göttin ergriffenen Giganten und weiter oberhalb in der theils nicht ausgearbeiteten, theils nur noch Bruchfläche darbietenden Partie über seinem Scheitel, wo die jetzt abgebrochene linke Hand der Göttin sich befand. Namentlich diese letztgenannten Bohrlöcher lassen sich ungezwungen erklären, wenn man in der Göttin die Parthenos erkennt. Dieselbe hält nämlich nach den Sterncatalogen[1] in der linken Hand die Στάχυς, *Spica*, den hellsten Stern ihres Bildes, und wird demgemäss oft mit Ähren oder einem Zweige in der Linken dargestellt. Es ist hiernach sehr wahrscheinlich, dass in dem pergamenischen Friese an der linken Hand der geflügelten Göttin eben die feurige Spica aus glänzendem Metall angebracht war. Wie deren Gestalt beschaffen war und ob sie von der Hand gehalten wurde, ist nicht sicher zu bestimmen. Die Göttin scheint nämlich ihre Linke dem Kopf des Giganten nicht nur genähert, sondern ihn damit an den Haaren gepackt und rückwärts gerissen zu haben, während sie ihm mit der Rechten einen kurzen Speer (die Elle?)[2] in die Schulter stösst. Andererseits ist in dem Gesicht des Giganten ein besonders heftiger Schmerz ausgedrückt, der durch eine stärkere Gewalt als das Zerren seiner Haare verursacht sein wird: er hat schreiend den Mund weit geöffnet, die Brauen mit grosser Anstrengung in die Höhe und nach der Mitte zusammengezogen, und seine Augen machen den Eindruck, als wenn sie rollten und sich verdrehten. Ich möchte daher glauben, dass er von seiner Gegnerin nicht nur gepackt, sondern auch durch die Sternengluth, die von ihrer Hand ausstrahlt, am Kopfe versengt wird.

Die Bohrlöcher auf der Brust der Göttin sind nicht in ähnlicher Weise überzeugend durch Beziehung auf das Sternbild der Jungfrau zu deuten; aber an gleicher Stelle trägt die von Hrn. Robert als Parthenos erklärte Figur eines pompeianischen Wandgemäldes[3] ein Gorgoneion.

Ausser diesen eben besprochenen Eigenschaften der Parthenos des pergamenischen Frieses lässt sich ferner zu Gunsten ihrer Benennung der Umstand anführen, dass auch die beiden Götter,

[1] Siehe Eratosthenis cataster. rel. rec. C. Robert S. 84. Annali 1884, LVI, p. 84 ff.

[2] Bei Martianus Capella VIII, 801 Kopp hält die Jungfrau die *cubitalis mensura* in der Hand.

[3] Annali dell' instituto 1884, LVI, S. 84 ff.

zwischen denen sie kämpft, unbedenklich als Sternbilder aufgefasst werden können. Von dem Gotte, der für den Beschauer links von ihr sich befindet, ist nur ein geringer Rest erhalten, da die Platte, welche seinen Körper enthielt, verloren ist: nämlich nur eine kleine Partie von der rechten Seite des mit einem Thierfelle bedeckten Kopfes, die rechte Schulter, auf der zwei Tatzen des Thierfelles geknüpft sind, endlich die beiden eine Keule schwingenden Arme. Man hatte die hiernach zu ergänzende Figur anfänglich für Herakles gehalten, jedoch diese wenig zutreffende Vermuthung bald wieder aufgegeben. Unter den Figuren des Sternenhimmels führt aber eine seit Alters berühmte und auch uns am meisten geläufige ebenfalls eine gewaltige Keule — der unermüdliche Jäger Orion, des Poseidon Sohn, der häufiger als irgend ein anderes Sternbild von Homer erwähnt wird als (λ 575)

χερσὶν ἔχων ῥόπαλον παγχάλκεον αἰὲν ἀαγές

und neben Sonne und Mond, den Pleiaden, Hyaden und der Bärin auch auf dem Schild des Achill beschrieben wird (Σ 483 ff.)[1]. Für die Richtigkeit unserer Deutung der Friesfigur spricht auch diesmal wieder der Umstand, dass in dem noch vorhandenen Theile des Kopfes zwischen den Zotteln des Thierfells ein dünner eiserner Stift steckt, mit dem ein die Sternnatur des Kämpfers genauer bezeichnender Ansatz ehemals befestigt gewesen sein mag. Ob Orion auch das in den Sternkatalogen[2] besonders hervorgehobene Schwert trug, ist wegen der schlechten Erhaltung nicht mehr zu sehen.

Der unmittelbar rechts von der Parthenos kämpfende Gott, dessen Kopf, rechte Torsohälfte und Füsse fehlen, ist mit der Exomis bekleidet, hat darüber ein Wehrgehenk umgelegt und drängt seinen Schild gegen den eines bepanzerten die Lanze schwingenden Giganten, indem er in der Rechten das Schwert zum Schlage erhob. Auch bei ihm kehren die Bohrlöcher für Metallansatz wieder, jedoch hauptsächlich an einer Stelle, wo ihre Erklärung keine Schwierigkeit darbietet. Die Schwertscheide ist nämlich nicht im Relief dargestellt, sondern um dieselbe anzusetzen sind auf dem Schwertriemen seitlich dicht über dem Gurt drei kleine zum Theil noch mit Eisenstiften versehene Löcher eingebohrt und zwar so, dass zwei da, wo man das obere Ende der Scheide erwartet, in fast horizontaler Linie angebracht sind, das dritte weiter abwärts auf dem Riemen; endlich befindet sich ein viertes Bohrloch für die untere Spitze der Scheide

[1] Vergl. dazu die Beschreibungen der ähnlichen Darstellungen auf einem Gewande bei Euripides, Jon 1147 ff.

[2] S. Eratosth. rec. Robert S. 166.

auf dem Oberschenkel des Gottes. Mit diesen Löchern für die Schwertscheide lassen sich ein fünftes, das in dem Gewande über der linken Brustwarze eingetieft ist, und endlich ein sechstes in dem Zwickel zwischen Gurt und Schwertriemen kaum in Zusammenhang bringen; doch könnte letzteres nur zur Befestigung eines Marmorflickens gedient haben, da ringsherum die ursprüngliche Oberfläche in beträchtlicher Stärke abgebrochen ist; ersteres hat aber sicher einen Ansatz getragen, der in keiner Weise auf den Faltenzug der Exomis einwirkte.

In der beschriebenen Gestalt wiederum ein Gestirn zu erkennen ermöglicht vor allem die bei den olympischen Göttern so seltene Tracht der Exomis: in derselben Kleidung, statt des Schwertes jedoch mit dem Pedum bewaffnet, ist auf dem Farnesischen Globus[1] der bereits von Homer (ε 272) neben Orion genannte Bootes dargestellt. Wollte man die Bohrlöcher nach den Sternkatalogen erklären, so könnte man annehmen, dass die Friesfigur auf jeder Brustwarze einen Stern, ausserdem den hellsten des Bildes, den Arkturos, welcher nach Eratosthenes zwischen seinen Knieen, nach Arat aber ὑπὸ ζώνην (*in zona*) steht,[2] in dem Winkel zwischen dem Gurt und dem Schwertriemen gehabt hat. Auf die Sternbedeutung dieses Gottes soll vielleicht auch der Schildschmuck des gegen ihn kämpfenden Giganten (Asterios?)[3] — ein mit Blitzen und Sternen verzierter Rand — hinweisen.

Zu dieser Gruppe der Parthenos mit Bootes und Orion sind dem Anscheine nach zwei weitere Figuren hinzuzuziehen, welche zwischen Orion und der Dione ihren Platz haben: zwei nach körperlicher Erscheinung und Tracht eng zusammengehörige Götter, deren einen ein ungeheurer Gigant in die Höhe gehoben, mit seinen Schlangenbeinen umringelt und mit den Armen in gefährlicher Weise zusammengepresst hat, während der andere auf einen schon in's Knie gesunkenen jüngeren Giganten mit der Lanze eindringt. Beide sind nackt — nur um den linken Arm des einen flattert ein kleines Mäntelchen — und mit dem Schild, dazu der schon genannten Lanze, bez. einem Dolch, bewaffnet. Darf man hierin ein Bruderpaar erkennen, so gestattet die Nähe der Sternbilder sie zuversichtlich für die Zwillinge zu nehmen, auch wenn kein anderes Abzeichen — die Köpfe fehlen — ihre Sternnatur verdeutlicht. Allerdings lässt sich der nach unserer obigen Untersuchung zu dem einen dieser Götter gehörige Namens-

---

[1] PASSERI, Atlas Farn. Taf. V, 1. VI, 9.
[2] Siehe Eratosth. rec. ROBERT S. 81 f.
[3] Vergl. M. MAYER, Giganten und Titanen S. 187.

rest auf dem Gesimsblock ΝΔ zu keiner der überlieferten Bezeichnungen der Zwillinge — weder zu Kastor und Polydeukes, noch zu Herakles und Theseus, noch zu Amphion und Zetos, noch zu Jasion und Triptolemos — ergänzen; aber gerade diese Vielnamigkeit könnte auf die Vermuthung leiten, dass im Alterthum ausser jenen auch noch andere der Vergessenheit anheimgefallene Bezeichnungen der Zwillinge cursirten und dass es uns deswegen unmöglich ist die richtige Ergänzung der Inschrift zu finden. Die Art der Darstellung dieser vermeintlichen Zwillinge erinnert übrigens lebhaft an den Kampf der Dioskuren mit den Aphariden, bei dem Idas den Kastor getödtet hat und dann auch den Polydeukes, der mit der Lanze bereits den Lynkeus erlegt hatte, bedroht, aber rechtzeitig vom Blitz des Zeus erschlagen wird.[1]

Ich weiss nicht, ob Jemand daran Anstoss nehmen wird, dass in Folge dieser Erklärung einer Reihe von Figuren des pergamenischen Frieses in einer uns bisher wenig geläufigen, aber an sich doch nicht befremdlichen Weise selbst die zu ewiger Ruhe an das Himmelsgewölbe versetzten Gestalten plötzlich lebendig und in das Getümmel des Gigantenkampfes hineingerissen erscheinen. Aber dass derartige Vorstellungen wenigstens der hellenistischen Zeit nicht gänzlich unbekannt waren, zeigen einige wohl auf ältere Quellen bezügliche Andeutungen römischer Dichter: so verschonen die Giganten nach Lucretius (de rer. nat. V, 114 ff.) selbst Himmel und Erde, sowie Sonne und Mond und Gestirne nicht und wollen das helle Himmelslicht auslöschen, während sie in der Schilderung des Lucilius Junior (Aetna 43 ff.) die Sterne hinunterzustossen versuchen und den Himmel erstürmend dieselben aus nächster Nähe bedrohen und in Schrecken versetzen.[2]

Je sicherer hiernach die Deutung der Sternbilder erscheint, um so weniger wird man daran zweifeln mögen, dass in der Waffe der sogenannten Schlangentopfwerferin, die im Friese auf den Bootes folgt, gleichfalls ein Sternbild, das der Hydra mit dem Krater[3], von Hrn. Robert richtig erkannt ist. Asteria kann freilich die damit kämpfende Göttin jetzt nicht mehr benannt werden, aber es wird ebenso, wie wir früher glaubten jenen Namen auffassen zu dürfen, eine Gottheit allgemeiner Natur sein, die zu keinem bestimmten Stern-

[1] Apollodor. bibl. III, 11, 2.

[2] Vergl. Wieseler in der Halleschen Encyclop. A. Giganten S. 144. M. Mayer, Giganten und Titanen S. 220, 161. — Auch Typhon bekämpft die Gestirne und nimmt sie gefangen, Valerius Flaccus IV, 238. Nonnos I, 163 ff.

[3] Vergl. Eratosth. rec. Robert S. 188 ff. und die Darstellung auf dem Atlas Farnese, Passeri Taf. IV und V.

bild in engerer legendarischer Beziehung steht, und nur deswegen den Krater vom Künstler erhalten hat, weil es ihm ein als Waffe verwendbares Gestirn zu sein schien. Einer solchen über das Firmament gebietenden Göttin, in deren Gefolge die strahlenden Sterne selbst in den Kampf gezogen sind, wird man nicht lange schwanken, einen bestimmten Namen zu ertheilen: es ist die Nyx, im Relief noch durch den leichten ihr Haupt umflatternden Schleier und die heilige Binde treffend charakterisirt und inmitten der Nordseite des Altars in der ganzen Composition der Gigantomachie einen wohl abgewogenen Platz einnehmend.

Für die Südseite des Altars, an welcher, wie schon oben erwähnt, Helios von Selene und Eos umgeben dargestellt ist, sind, abgesehen von der Themis und der Asteria; aus der Gesimsanordnung keine weiteren Schlüsse zu ziehen. Dagegen ist an der Westseite die von einem Löwen begleitete Göttin rechts von der Treppe, gegenüber dem Dionysos nach dem Inschriftrest ΕΛ oder ΣΑ auf dem Gesimsblock HE (an der Südwestecke) am wahrscheinlichsten Ῥέα zu benennen, die absichtlich mit der rechts von der Südwestecke, also an der Südseite des Altars befindlichen Kybele zusammengestellt sein wird. Der Gesimsblock mit der Inschrift Νυ... könnte seiner Versatzmarke (ΞΕ) nach sowohl an die rechte Treppenwange zwischen ΜΕ und ΠΕ, als auch an die Nordseite nahe der Nordwestecke (ΛΕ) gehören: eine Entscheidung hierüber kann nach dem Fries nicht gefällt werden, da an beiden Stellen das Relief verloren ist. Aus den architektonischen Merkmalen des Blockes schliesst aber Hr. Bohn, dass er an der rechten Treppenwange gesessen hat, also unweit des Dionysos und der Satyrn, wo es nicht auffallend sein würde Νύ[μφαι] oder eine Νύ[μφη] anzutreffen.

Zu einem wichtigeren Resultat führt endlich die Gesimsanordnung auf der Ostseite des Altars, auf welcher, wie nun die Gesimsinschriften lehren, auch die in den Friesresten bisher nicht sicher nachgewiesenen Götter Herakles und Hera sich befanden. Während auf der südlichen Hälfte derselben nach den Fundumständen die ungefähr $10^{1}/_{2}{}^{m}$ lange Gruppe der Hekate, der Artemis, der Leto und des Apollon ihren ganz sicheren Platz erhalten hat, musste der nördlichen Hälfte die Zeus- und Athenagruppe zugewiesen werden, ohne dass man einen festen Anhalt dafür hatte, ob sie mehr nach der Mitte der ganzen Ostseite oder mehr nach der Nordostecke zu anzusetzen wären. Jetzt hat aber Hr. Bohn festgestellt, dass der Athenagesimsblock (ΧΔ) nur $4^{m}11$ von der Nordostecke abstand und demzufolge, da die rechte Kante der unter dem Block ΧΔ befindlichen Reliefplatte etwa 17^{cm} weiter nach rechts gesessen haben muss, wenn die In-

schrift über dem Kopfe der Athena stehen soll, zwischen der Athenaplatte und der Ecke nur ein Raum von 3ᵐ94 übrig bleibt, der ausser der aus dem Boden aufgetauchten Ge und der die Athena bekränzenden Nike höchstens noch für die Darstellung des für diese Ecke inschriftlich bezeugten Ares hinreicht.[1] An die Athenagruppe scheint den erhaltenen Reliefresten nach andererseits unmittelbar die Zeusgruppe anzuschliessen, wofür auch die Reliefcomposition spricht, eine Annahme, für die jetzt der Gesimsblock ΔΓ mit dem Namen des Herakles eine gewisse Bestätigung liefert. Wenn man nämlich zwischen der Zeus- und der Athenagruppe nur eine fehlende (oder doch nur zum Theil erhaltene) Platte von 0ᵐ80 Breite einschiebt, fällt die linke Kante der letzten Platte der Zeusgruppe auf 10ᵐ385 Abstand von der Ecke, während der Block ΔΓ nach Hrn. Bohn's Berechnung zwischen 9ᵐ750 und 10ᵐ705 zu liegen kommt. Es muss also unmittelbar neben jener letzten linken Platte der Zeusgruppe Herakles dargestellt gewesen sein und die Tatze, welche man auf der eben genannten Platte der Zeusgruppe bemerkt, von seinem Löwenfell herrühren. Hiermit stimmt überein, dass die Inschrift Ἡρακλῆς am linken Rande des Blockes eingemeisselt ist.[2]

Es muss also gegenüber allen bisherigen entgegengesetzten Vermuthungen über den Platz, den die Hauptgötter Zeus und Athena, welche ja auch durch ihre Gruppenbildung besonders ausgezeichnet sind, in der Composition des Altars inne hatten, als sicher gelten, dass sie sich an einem Punkte befanden, der innerhalb der einen Hauptfront keineswegs als besonders hervorragend und charakteristisch erscheint. So hatten übrigens auch die HH. Freres und Possenti diese Gruppen wesentlich entsprechend angesetzt.

Was nun die grosse Lücke von etwa 10ᵐ Länge anbetrifft, welche auf der Ostseite zwischen den Platten der Zeusgruppe im Norden und dem Apollon im Süden durch die jetzige Gesimsanordnung festgestellt wird, so lässt sich dieselbe etwa dadurch verringern, dass man südlich vom Herakles auf der Strecke bis zu dem durch die Inschrift des Gesimses angegebenen Platz der Hera (ΚΔ) die drei theilweise erhaltenen Platten mit einem (etwa von der Hebe gelenkten?) Viergespann geflügelter Pferde, vermuthlich dem Wagen des Zeus, ansetzt. Dann würde links von der Hera nur noch ein Raum von etwa 5ᵐ in der Reconstruction der Ostseite mit Götterfiguren zu füllen sein,

---

[1] Die Platte mit der Ge ist 0ᵐ895, die mit der Nike 0ᵐ96 breit, somit erübrigt für den Ares 2ᵐ085, d. h. nur zwei Platten.

[2] In unmittelbarer Nähe des Zeus und der Athena hatte Hr. Robert bereits Herakles vermuthet, s. Archaeolog. Zeitung 1884, XLII, S. 56.

die, wie beispielsweise Hephaistos, zwischen Hera und Apollon eine passende Stätte finden könnten.

Die Untersuchung derjenigen Götternamen und Namenreste, welche nur auf kleinen von einzelnen Gesimsblöcken abgesplitterten Bruchstücken erhalten sind und sich demzufolge nicht an einer durch die Versatzmarke bestimmten Stelle einreihen lassen, kann an diesem Orte noch nicht mitgetheilt werden.

Ausgegeben am 6. December.

1888.
XLVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

29. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Klein las 1. über den Trachyt vom Monte nuovo bei Neapel; 2. Beiträge zur Kenntniss italienischer Leucitgesteine.

2. Hr. Waldeyer legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. Max Joseph hierselbst vor über einige Bestandtheile der peripheren markhaltigen Nervenfaser.

Die Mittheilungen werden später erscheinen.

Ausgegeben am 6. December.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.

XLIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

6. December. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Moebius theilte Bruchstücke einer Rhizopodenfauna der Kieler Bucht mit.

2. Hr. Schulze legte einen aus Sansibar vom 1. November gezeichneten vorläufigen Bericht des Hrn. Dr. Franz Stuhlmann über eine mit Unterstützung der Akademie unternommene Reise nach Ostafrika zur Untersuchung der Süsswasserfauna vor.

Die Mittheilung 1. wird in den Abhandlungen der Akademie erscheinen, 2. folgt hier umstehend.

Die HH. Friedrich Beilstein, Russischer Staatsrath und Professor der Chemie am technologischen Institute zu St. Petersburg; — Stanislao Cannizzaro, Professor der Chemie und Senator des Königreiches Italien in Rom; — Remigius Fresenius, Director des chemischen Laboratoriums zu Wiesbaden; — Lothar Meyer, Professor der Chemie an der Universität Tübingen, wurden zu correspondirenden Mitgliedern der Akademie in ihrer physikalisch-mathematischen Classe erwählt.

Vorläufiger Bericht über eine mit Unterstützung der Königlichen Akademie der Wissenschaften unternommene Reise nach Ost-Africa, zur Untersuchung der Süsswasserfauna.

Von Dr. Franz Stuhlmann.

(Vorgelegt von Hrn. Schulze.)

Sansibar, 1. November 1888.

Am 23. Februar 1888 reiste ich von Hamburg ab über Mailand, Rom nach Neapel und nach einigen Tagen Aufenthalt nach Brindisi. Meine gesammte Reiseausrüstung aus 120 Kisten bestehend, war theils mit dem O'Swald-Dampfer »Zanzibar«, theils auf verschiedenen Segelschiffen von Hansing & Co. verladen worden, da ich unabhängig von meinem umfangreichen Gepäck eine Zeit lang in Kairo zu verbringen gedachte. Ausser meiner persönlichen Ausrüstung, dem Apparat zum Fang und Conserviren von Thieren, führte ich nicht weniger als 60 Kisten mit Gläsern und 16 Kisten mit 600 Litern Alkohol mit mir. Dazu kamen Waffen, photographischer Apparat, Zelt, Feldbett u. a. m. Am 5. März Morgens fuhr ich von Brindisi ab und gelangte nach ziemlich stürmischer Überfahrt am 8. März Morgens in Alexandria an.

Noch am selben Nachmittag unternahm ich eine kleine Excursion an den Mahmudiye-Kanal, der die Stadt mit Nilwasser versorgt. Der Kanal mit seinem schlammigen Wasser ist sehr arm an Thieren; einige Larven von *Chironomus* und anderen Insecten waren das Einzige, was ich fand. Etwas reicheres Leben zeigte sich in Tümpeln, welche mit stehendem Wasser ausserhalb der Kanaldämme lagen. Hier erbeutete ich zwischen dichtem Algenflor ausser den Larven von *Chironomus*, *Libellen* und *Ephemeriden* noch kleine Wasserkäfer, *Copepoden*, *Notonecta*, eine kleine *Cypris*-Art, ferner an Mollusken nahe Verwandte von *Physa* und *Paludina*. Am folgenden Tage gewann ich aus einem fliessendem Graben unter Steinen grosse Mengen einer braunschwarzen *Planaria* (*Dendrocoelum*), sowie *Asellus* sp. und *Gam-*

marus pulex. An den Steinen hatten sich einige *Fredericella sultana* angesiedelt, die ersten in ganz Africa gefundenen Bryozoen. Auch einige noch unbestimmte Lumbriciden fanden sich im Schlamm vor. Ein anderer Graben, der kaum merkbar brakiges Wasser enthielt, aber mit dem salzigen Margut-See in Verbindung stand, enthielt einige Fische, unter denen eine kleine *Siluride* besonders auffiel, verschiedene Mollusken, *Gammarus*, sowie eine kleine, an den Segmenten roth gebänderte Garneele (*Palaemon* Savigny?), die nach Aussage des Hrn. Inez, Conservator an der medicinischen Schule in Kairo, auch noch auf der Höhe von Kairo im Nil vorkommt.

Die Zeit vom 10.—24. März brachte ich in Kairo zu. An viele Excursionen war bei den überwältigenden Eindrücken orientalischen Lebens auf mich für's erste nicht zu denken. Der Nil schien mir ausser seinen berühmten Fischen (*Malopterurus*, *Tetrodon Fahaka*, *Labeo nilotica*, *Mormyrus* u. a.) nicht gerade sehr reich an Fischen zu sein. Der Pflanzenwuchs im Wasser ist ein äusserst spärlicher, nur an ruhigen Buchten finden sich Algen und andere Pflanzen, sonst scheint alles von dem feinen zähen Schlamm erstickt zu werden. *Unio Jickeli* findet sich sehr zahlreich. *Spatha Caillandi* lebt in einem Tümpel links von der Chaussee nach den Pyramiden von Gizeh. Ausserdem kommen eine Reihe von Mollusken vor, die ausführlich von Jickeli bearbeitet worden sind. Unter und an Steinen in den verschiedenen Nilarmen fand ich Larven von *Chironomus* und Ephemeriden, sowie einige Wasserkäfer. An dem zur Zeit so gut wie ausgetrockneten Chalid-Canal, der die Stadt durchzieht, lebt *Telphusa Berardi.* Fast alle Tümpel der Umgegend waren ausgetrocknet, so dass meine Ausbeute sehr schwach ausfiel. Ausser den mitgenommenen Schlammproben erhielt ich aus einem Tümpel hinter Zenin grosse Mengen einer *Daphnia*, *Hydrachna cruenta* und einige Mollusken. Durch Güte des Hrn. Inez bekam ich ein grosses getrocknetes Exemplar einer *Spongilla*, die noch nicht bestimmt ist. Frische Exemplare waren nicht mehr zu finden. Hrn. Inez, sowie Hrn. Prof. Schweinfurth und Hrn. Apotheker Sickenberger bin ich für ihre freundlichen Winke sehr zu Dank verpflichtet. Ein irgend wie genaues Durchforschen war mir wegen der Kürze der Zeit, besonders aber aus Mangel aller Instrumente ganz unmöglich, ebenso wie auch nur an eine oberflächliche Classificirung zu denken war.

Am 25. März fuhr ich per Bahn nach Suez, musste dort aber noch bis zum 30. auf den Dampfer »Zanzibar« warten, der mich nach dem Süden bringen sollte. Ein Ausflug in die westlich von Suez gelegenen Ataka-Berge unterbrach den Aufenthalt in dieser langweiligen Stadt. Vom 30. März an fuhr ich durch das Rothe Meer

und an der Ostküste von Afrika entlang, und kam am 17. April in Sansibar an, wo ich sofort von dem Vertreter der Hamburger Firma Hansing & Co., Hrn. Strandes freundlichst aufgenommen und aufgefordert wurde, die ganze Zeit meines hiesigen Aufenthalts sein Gast zu sein. — Während der Reise, die in ihrem letzten Theile durch den aufkommenden Monsum recht unruhig war, maass ich täglich ein bis zweimal Salzgehalt und Temperatur des Meerwassers.

Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt des Meerwassers im Rothen Meer und Indischen Ocean.

Datum	Tageszeit	Länge und Breite	Luft-Temp.	Wasser-Temp.	Beobacht. specif. Gewicht	Salzgehalt in Procenten	Bemerkungen.
31. III.	6h a. m.		23°.2 C.	21°.2	1.0302	4.05	Golf von Suez.
	6 p. m.	26° 30′ n. Br.	25.0	24.6	1.0292	4.06	Sehr leichte nördl. Brise
1. IV.	7½ a. m.	25° n. Br.	23.6	24.6	1.0290	4.03	Völlig ruhige See.
	6½ p. m.	24° n. Br.	27.0	25.6	1.0282	3.97	
2. IV.	6½ a. m.	22° 40′ n. Br.	26.2	25.8	1.0276	3.93	
	6½ p. m.	21° n. Br.	26.0	26.4	1.0272	3.84	Südl. Brise.
3. IV.	6½ a. m.	19° 10′ n. Br.	28.0	27.0	1.0266	3.80	Luft sehr staubig.
4. IV.	6½ a. m.	18° n. Br.	27.8	26.8	1.0266	3.80	Starke südl. Brise.
5. IV.	6½ a. m.	15° 48′ n. Br.	27.0	25.2	1.0266	3.72	
6. IV.	6½ a. m.	13° 10′ n. Br.	27.6	26.6	1.0256	3.67	Abends Perim passirt. Golf von Aden.
	6 p. m.	12° 40′ n. Br.	27.6	27.0	1.0258	3.69	
7. IV.	6½ a. m.	12° 20′ n. Br. 46° östl. L.	27.0	26.6	1.0257	3.68	Leicht. östl. Wind. Von Bab-el-Mandeb an wieder fast ruhige See.
	6½ p. m.	12° 20′ n. Br. 48° 50′ ö. L.	27.6	26.8	1.0254	3.64	
8. IV.	6½ a. m.	12° 10′ n. Br. 49° 33′ ö. L.	27.2	26.8	1.0254	3.64	Morgens leichter südl. Landwind, gegen Mittag in Seewind umspringend. Abends C. Guardafui.
9. IV.	7 a. m.	10° 30′ n. Br. 51° 25′ ö. L.	27.0	26.2	1,0254	3.60	Abends Gewitter über Somaliküste.
10. IV.	6½ a. m.	7° 30′ n. Br. 50° ö. L.	27.0	28.0	1.0248	3.60	
11. IV.	7 a. m.	5° 10′ n. Br.	23.6	27.6	1.0242	3.52	Starker Regen u. Gewitter.
12. IV.	7 a. m.	3° n. Br.	27.0	27.8	1.0246	3.58	Wetter schön.

Alle Temperaturen und specifischen Gewichte sind mit einem Normal-Areometerbesteck von Steeger in Kiel an der Oberfläche gemessen und nach den Karsten'schen Tabellen reducirt. Die Notizen über die Beobachtungen am 13. und 14. März gingen durch einen unglücklichen Zufall verloren und am 15. und 16. konnte ich wegen Seekrankheit nicht beobachten. Ich erinnere mich nur noch, dass die Schwankungen im Salzgehalt in den letzten Tagen äusserst geringe waren. Immerhin geben auch diese wenigen Zahlen ein ganz interessantes Bild von dem äusserst hohen Salzgehalt des Rothen Meeres.

In Sansibar angekommen ging ich sofort an die Einrichtung eines passenden Laboratoriums, wozu Hr. Strandes mir ausgezeichnete Räumlichkeiten zur Verfügung stellte, in denen früher schon J. M. Hildebrandt und Dr. G. A. Fischer lange Zeit gearbeitet hatten.

Das von mir der Königlichen Akademie der Wissenschaften vorgelegte Programm zielte vor allem auf die Erforschung der süssen Gewässer, an denen die Insel Sansibar ziemlich reich ist. — Der Boden der Insel besteht zur Hauptsache aus Korallenkalk, der einer grobkörnigen, grauen Sandsteinmasse aufliegt. Diese tritt nur an den Küsten zu Tage. Im ganzen Osten und Süden der Insel findet man diese spitzen Korallen an der Oberfläche, im Norden und Westen jedoch sind dieselben von schwarzem bis rothem Boden bedeckt (Laterit). An vielen Stellen, sowohl in der Nähe der Küste, als etwas landeinwärts, immer an irgend welchen Abhängen des Korallenkalkes findet sich ein ganz weicher, bröcklicher, poröser Sandstein, der an günstigen Stellen vom Regen erodirt wurde, so dass nur noch Stalagmiten-ähnliche Säulen stehen blieben. Dies, sowie der vorher erwähnte Sandstein scheinen mir verschiedene alte Strandbildungen an einem jetzt gehobenen Korallenriff zu sein. Der höchste Punkt der Insel wird etwa 150^{m} über dem Meere liegen (Massingini). Bei der geringen Ausdehnung der Insel und dem porösen Material derselben, kann es natürlich nicht zur Entwickelung von grösseren Flüssen kommen. Eine ganze Reihe von kleinen Bächen ergiesst sich nördlich der Stadt nach kurzem Lauf in's Meer. Ihre Mündung ist vielfach schlammig und von Mangrove-Gebüsch und Schilf umwachsen. Ihr Bett zeigt theils schlammigen, theils sandigen Grund. Eine der Quellen ist als Wasserleitung für die Stadt in Stein gefasst. In dem Algenüberzuge der Wandungen letzterer leben *Melania* in grossen Mengen zusammen mit Insectenlarven, *Aeolosoma* n. sp., *Eudrilus* sp., einer *Tubificida*, *Pristina longiseta*, *Stenostoma* sp. und verschiedene Ostracodenspecies. Alle Oligochäten fand ich in ungeschlechtlicher Fortpflanzung (Ende Mai 1888). In der Mündung eines kleinen Baches fanden sich in, nach Areometerprobe absolut süssem Wasser, grosse Mengen von kleinen Garneelen sowie eine *Dero* sp. mit 2 Kiemen. Ausserdem wurde mir von Eingeborenen noch eine grosse, schwarze *Cassida* gebracht, die angeblich auch dorther stammen soll.

Der grösste Bach, Muera genannt, entspringt im Inneren der nördlichen Hälfte der Insel und fliesst nach Süden. In seinem Verlauf verschwindet er einmal in einem Korallenloch und ergiesst sich in die Kumbeni-Bucht; sein Bett ist fast ganz erfüllt mit einer breitblättrigen (*Calla*-ähnlichen) Wasserpflanze, zwischen der das Wasser ziemlich langsam fliesst. In ihm leben zahllose Siluriden (*Clarias*

Gariepinus, die fast $^1/_2{}^m$ Länge erreichen (»kambari« genannt), ferner zwei verschiedene *Paludinen*, *Ampullaria* und *Melania*, eine röthliche *Hirudinee* mit 2 Augen, kleine, Pyramiden ähnliche Larven, die mit ihrem Gehäuse schnell umherschwimmen, winzige Wasserwanzen und auf der Oberfläche in grossen Schaaren ein Taumelkäfer. Wie hier, so an allen Flüssen und Gewässern sieht man *Telphusa* zwischen den Pflanzen am Ufer oder im flachen Wasser herumkriechen.

Faunistisch reicher sind die stehenden Gewässer der Insel. Eigentlich grosse Seen giebt es nicht. In den Korallenlöchern bleibt vielfach klares Wasser stehen, im Süden und Osten der Insel, wo ich dieselben noch nicht untersuchte, sollen sie meistens leicht brakiges Wasser enthalten; nach der Stadt, südlich der Lagune, ist ein solches Loch mit klarem süssen Wasser, in welchem ich ausser 2 Species Schnecken (*Melania* u. a.) noch kleine Fische bemerkte, die aller Wahrscheinlichkeit nach mit den in hiesigen Brunnen lebenden *Fundulus orthonotus* identisch sind. Grosse Sümpfe, welche während und nach der Regenzeit (April) weite Strecken überschwemmen, nachher aber sich bedeutend verkleinern oder ganz austrocknen, sind in grosser Zahl vorhanden. Nördlich wie südlich der Stadt zieht sich eine ganze Kette solcher Sümpfe hin, und auch im Inneren, in der Nähe von Dunga, dem früheren Sitz der ausgestorbenen Wahadimû-Sultane (Ureinwohner mit anderer Sprache und von anderem Typus als die Suaheli), ist ein grosser Sumpf. Diese Sümpfe sind es, die ihre Umgegend so ungesund machen. Ihr Boden besteht zumeist aus Sand und humusreichem, mehr oder weniger tiefem Schlamm, in welchem viele Pflanzentheile faulen. Ihr Ufer ist von hohem Schilf und Riedgras, selten von kleinen Bambusen umgeben, einige Wasserpflanzen, unter denen besonders die prachtvoll hellviolette *Nymphaea Zanzibarica* mit ihren breiten Blättern auffällt, bilden die Vegetation im Wasser. Verschiedene Reiher, *Numenius*, *Podiceps* sp., ein Sumpfhuhn (*Ortygometra nigra*), Strandläufer (*Actitis*), prachtvolle blaue »Eisvögel« mit rothem Schnabel (*Alcedo cyanocephala* SCHAW.) und andere beleben die Ufer und beim Herannahen flüchtet mit grossem Gepolter ein langer »Kenge« (*Varanus capensis*) in's Wasser.

In diesen flachen Sümpfen leben viele Schnecken, mehrere Arten *Ampullaria*, von denen einige eine beträchtliche Grösse erreicht (*Lanistes* (*Ampullaria*) *purpureus* JONAS nach Mittheilung von Hrn. Dr. D. BOLAU, dem ich für den Zoologischen Garten einige lebende Exemplare übersandte). Sie legen erbsengrosse, kalkschalige Eier in Klumpen. Ausserdem noch *Paludina*, sehr kleine *Planorbis*, ein winziger *Ancylus* sp., der mit *Ancylus caffir* (KRAUSS) von Natal nicht identisch ist, und andere. — Copepoden verschiedenster Arten trifft man fast überall, Daphniden

jedoch fast gar nicht an; auf der Insel fand ich nur wenige Exemplare einer winzigen, *Chydorus*-ähnlichen Form. Eine neue Art von *Limnadia* lebte zahlreich zwischen Wasserpflanzen südlich von der Stadt; von ihr habe ich bis jetzt nur Weibchen gefunden. Eigenthümlich ist, dass sich die Eier dieser *Limnadia* nicht an den Beinen der Mutter entwickeln und dass das junge Thier nicht als Nauplius die Mutter verlässt, wie bei unserer europäischen Form. Hier sind die Eier und ziemlich weit entwickelte Embryonen an lappenartige und mit Borsten besetzte, dorsale Anhänge des Hinterleibs, die sich am 6.—9. Segment (von hinten gezählt) befinden, angeheftet. Die Embryonen hatten beide Antennen und 12 Beinpaare. — Ausserdem aber fand ich früher einmal abgelegte Eier und Weibchen mit opaker Schale, was vielleicht auf geschlechtliche Fortpflanzung schliessen liesse. Ich hoffe dies weiter verfolgen zu können.

Die Ostracoden-Fauna ist ungeheuer reich an Individuen und Arten. Ausser den gewöhnlichen, an unsere bekannten Arten von *Cypris* und *Candona* erinnernden, fand ich höchst auffallende Formen. Eine grosse längliche, grau und grün gescheckte Form trägt hinten an der linken Schale einen Stachel, eine kurze, runde, braungefärbte Cypride war mit regelmässig angeordneten, kurzen gekrümmten Stacheln bedeckt. Sie war in geschlechtlicher Fortpflanzung, während ich bei der vorhin erwähnten Art nur Weibchen mit leerem Receptaculum fand. Eine andere, noch auffallendere Form hatte auf dem Rücken einen grossen, zeltförmigen Aufsatz, der einen nach hinten gerichteten Stachel trug. Dieser Aufsatz ist nur auf der rechten Schalenklappe befestigt. Ich schlage für dies Thier den Namen *Strandesia* vor. Das Thier war in geschlechtlicher Fortpflanzung; ich fand beim Männchen 6 Hodenschläuche (sogenannte hintere Schläuche). Die Spermatozoen lagen vor dem Eingang in die »Schleimdrüse« zu einem grossen Knäuel aufgerollt. Eine nähere Beschreibung der zahlreichen Arten muss ich natürlich bis zu meiner Rückkehr nach Europa verschieben. An Insecten kommt in jedem Sumpf *Notonecta*, *Ranatra*, eine Menge von Coleopteren-Arten, *Hydrometra* und anderes mehr vor; ausserdem verschiedene Larven, *Chironomus*, Culiciden (Mosquitos), Libellen und Ephemeriden. Wassermilben sind ziemlich zahlreich; eine rothe Art, die wohl zu *Hydrachna* gehört, ausserdem *Limnesia* sp., *Arrhenurus* sp. u. a. m.

An Hirudineen fand ich bis jetzt eine grosse, an *Aulostoma* erinnernde Form, sowie eine Art, die ich mit keiner bekannten Gattung identificiren konnte, soweit mir Literatur zur Verfügung stand. Sehr zahlreich sind die Oligochaeten. Die gefundenen Lumbriciden gehören in die Gattungen *Perionyx*, *Eudrilus* und *Digaster*; von den limicolen

Oligochaeten constatirte ich echte Naïden, wie *Pristina longiseta* und *Pristina* sp., sowie mehrere Species von *Nais*. Die Gattung *Dero* ist durch besonders zahlreiche Arten vertreten. Ich fand eine Form mit 2 bewimperten Kiemen am Hinterende (ungeschlechtlich), eine andere Art hatte ausser 8 Kiemen einen breiten lappenförmigen Dorsalanhang, noch eine Art zeigte 6 Kiemen und 2 lange Dorsalfortsätze. Ferner fand ich in grossen Mengen einen *Aulophorus* sp., der in kleinen aus Sand gebauten, 2—4^{mm} langen Röhrchen sich eifrig fortbewegte. Er trägt am Hinterende 6 Kiemen, ist demnach wohl Dero zuzurechnen. Ich fand nur ungeschlechtliche Exemplare. Sonderbar ist, dass die Würmer sich oft in ihrer Röhre umdrehen. Chaetogastriden und Branchiobdellen, Lumbriculiden, *Phreoryctes* und *Criodrilus* fand ich nicht, wohl aber eine Reihe von nicht näher bestimmten Tubificiden, die sämmtlich ungeschlechtlich waren. Ebenso fanden sich in einem Algenüberzug in enormen Mengen *Aeolosoma* n. sp. mit blasgrünen, spärlichen Öltropfen (ungeschlechtlich), sowie in einem Sumpf eine andere *Aeolosoma*-Art mit rothen Öltröpfchen (*Ehrenbergi*?).

Turbellarien sind sehr wenig vertreten. Ich fand nur sich theilende *Stenostoma* sp. Dendrocoele Formen konnte ich trotz eifrigen Suchens nicht finden (auch nicht am Festland).

Von Rundwürmern constatirte ich bis jetzt nur kleine *Rhabditis*-Formen. Rotiferen sind äusserst zahlreich, wurden jedoch nicht näher untersucht, da ich hoffe, sie später aus mitgebrachtem Schlamm züchten zu können. Unser *Conochictus volvox* ist eine ganz gewöhnliche Erscheinung. — Bryozoen wurden nicht beobachtet. — In den letzten Tagen fand ich noch in einem Sumpf südlich der Stadt an Stengeln von Cyperaceen kleine, krustenförmige Exemplare eines Süsswasserschwammes mit langen schmalen, beiderseits spitzen und ganz leicht gebogenen Nadeln. Da ich keine *Gemmulae* bis jetzt gesehen habe, kann ich über die Stellung dieser Spongillide keinen Aufschluss geben. In demselben Sumpf fand sich noch eine kleine hellgrau-braune *Hydra* mit 5 kurzen Armen.

Protozoen sind sehr zahlreich; ihr Studium jedoch auch auf die Untersuchung der Schlammproben verschoben. Ich sah eine ganze Reihe von Rhizopoden, unter denen mir *Dactylosphaerium polypodium* und andere Amoeben sehr auffielen. — Mehrere Arten von *Vorticella* und *Epistylis*, *Coleps* sp., *Ophryoglena* sp., die massenhaft in Schleimklumpen auf der Oberfläche trieben; von Flagellaten *Peranema trichophorum*, *Volvox* sp. und viele andere Formen, die bei oberflächlicher Betrachtung sich kaum von unseren unterscheiden.

Fadenalgen wie *Spirogyra* u. a. treten oft wie bei uns in grossen Mengen auf und Desmidiaceen sitzen zahlreich auf Pflanzen und ver-

modernden Theilen oder liegen auf dem Boden (*Closterium*, *Cosmarium*, *Micrasterias* und viele andere).

Ausser diesen Sümpfen giebt es in der Umgegend der Stadt und bei jeder Ortschaft künstlich gegrabene Wasserlöcher, aus denen die Eingeborenen ihr graues oder lehmfarbenes Trinkwasser schöpfen. Bisweilen entbehren sie ganz des Lebens, in einigen von ihnen jedoch fand ich Schnecken, ungeschlechtliche Tubificiden, *Nais* sp., Milben u. a. m., obgleich keine grüne Vegetation zu sehen war. Auch hier wie in fast allen Sümpfen fand ich Mengen von den riesigen Larven von *Dactylethra* (s. *Xenopus*), die sich durch ihre langen Bartfäden auszeichnen.

Ende Mai machte ich einen zweiwöchentlichen Ausflug nach Bagamoyo und dem Kingani-Fluss. Die Sümpfe der Umgegend von Bagamoyo sind denen von Sansibar so gut wie gleich. Auch hier findet man eine auf dem körnigen, harten Sandstein ruhende Masse von Korallenkalk, die gegen Norden zur Schlammebene des Kingani abfällt. In den Sümpfen lebt dieselbe *Hirudinee* wie auf der Insel, sehr ähnliche Arten von *Ampullaria* (*Lanistes*) und *Paludina*. Ein *Dero* sp. mit 8 Kiemen ohne dorsalen Körperanhang, von der die Hälfte der Exemplare geschlechtsreif waren. Eine andere *Dero*-Art zeigte 8 Kiemen und 2 lange Dorsalfortsätze. Cypriden und Milben, Coleopteren und Hemipteren fand ich so wie in Sansibar, aber ebenfalls keine dendrocoelen Turbellarien oder Bryozoen, keine *Asellus* und *Gammarus*.

Der Kingani oder Rufu (d. h. Fluss; so weiter oben genannt) mündet etwa 5 Seemeilen nordwestlich von Bagamoyo; der ganze unterste Lauf, der sehr starke Krümmungen aufweist, geht durch ein breites, mit Mangrove bestandenes, niederes Schlammfeld, das während der Regen total überschwemmt wird und nachher allmählich austrocknet, eine Brutstätte für das bösartige Gallenfieber. Weiter oben wird diese Ebene allmählich schmäler und stellenweise tritt hart an den Fluss die äusserst trockene, von Mimosen, Akazien und Kandelaber-Euphorbien bewachsene Ebene von Useramo und Usegua. So z. B. bei der oberen Fähre. Das Wasser ist zu allen Zeiten schmutzig lehmfarben, die Strömung hier sehr von der Fluth abhängig, deren Einfluss sich mehrere Stunden hinauf bemerkbar macht. Während der Ebbe tritt an beiden Ufern zwischen den Mangrovewurzeln und den wenigen anderen Gewächsen (z. B. *Conmunda* sp.) ein einige Fuss breites Feld von unendlich zähem, feuchtem, grauem Schlamm hervor, in welchem zahllose Schaaren von Brachyuren ihre Löcher gegraben haben, vor denen sie, auf Beute lauernd, sitzen. Eine ganze Reihe von reinen Meeresformen, die mir den Gattungen *Grapsus*, *Ocypoda*, *Gelasimus* und anderen anzugehören schienen, leben hier im

süssen schlammigen Wasser gerade so wie in der Lagune nördlich von Bagamoyo und wie dicht ausserhalb der Mündung selbst. Zwischen ihnen hüpfen Schaaren von Labyrinthfischen (*Periophthalmus Koelreuteri*) herum und kleine graue Schnecken (*Cerithidea decollata* L.) kriechen im Schlamme umher. Die Krabben und Schnecken findet man noch etwa eine Stunde landeinwärts, bis an die Grenze des Schlammfeldes, in Löchern des zähen, halb trockenen Schlammes. (Untere Fähre). *Periophthalmus* lebt nur in der Ebbezone. An der oberen Fähre konnte ich am 17. August das vollständige Fehlen von Krebsen, Schnecken und diesen Fischen constatiren. Am Boden des flacheren Uferwassers leben zahlreiche Garneelen und in dem Schlamme entdeckte ich nach meiner Rückkehr eine kleine Nemertine mit vier Augen und Rüsselbewaffnung. Der ausgestreckte Rüssel ist mit zahlreichen Knötchen besetzt. Sie wühlt sich im Schlamme feine Gänge. Auf das Fangen von Fischen habe ich mich noch nicht eingelassen. Als Bewohner dürfen die zahlreichen Flusspferde, Krokodile und das Wassergeflügel nicht vergessen werden. — Hoffentlich werde ich nach Beendigung der Küstenunruhen Gelegenheit haben, das Hinaufreichen von Meeresformen in eine Flussniederung zu studiren, wozu sich der Pangani-Flussarm am besten eignen würde.

Um einen Begriff von dem »Inneren« zu bekommen und um die Fauna einiger Bergströme untersuchen zu können, musste ich die trockene Zeit benutzen. Ich beschloss, ehe ich meine Studien auf der Insel Sansibar und der Küste fortsetzte, eine kleine Reise durch Ungua und Unguru (gespr. Ugúu) zu unternehmen. Die Vorbereitungen, Anwerben von guten Trägern, Einkauf von Tauschartikeln u. s. w. nahmen fast drei Wochen in Anspruch. Am 17. August 1888 brach ich mit 48 Mann von Bagamoyo aus auf, marschirte von dort nach der verlassenen Station Mbusine (Petershöhe), dann nach Monda, der französischen Missionsstation in den Unguru-Bergen. Von hier aus ging ich in den Bergen in fast nördlicher Richtung bis zum Kilindi-Berg und mich östlich wendend durch leicht zum Rufu-Fluss abfallendes Hügelland nach Korogar am Rufu, von wo ich zur Küste nach Pangani gehen wollte. Durch die ausgebrochenen, bedeutenden Unruhen, von denen ich erst hier sichere Nachricht bekam, wurde ich fast 14 Tage in der Plantage Lewa aufgehalten und kam erst am 6. October mit genauer Noth, aber unter Rettung meines gesammten Gepäckes in Sansibar an. Hauptsächlich habe ich dieses glückliche Entwischen den Bemühungen meines Freundes, Hrn. Julius Strandes, Vertreter von Hansing & Co., zu verdanken.

Die Ebene zwischen dem Kingani- und Rufu- (Pangani-) Fl die westlich von dem Unguru-Gebirge begrenzt wird, ist eine

trockene Lateritfläche, aus der hier nur der Gneis zu Tage tritt. Wasser war zur Zeit meiner Reise so gut wie keins vorhanden; aus kleinen, gegrabenen Löchern wurde Trinkwasser in Gestalt einer Lehmbrühe geschöpft. Einige Tage südlich vom Wami- und vom Pangani-Fluss war dieses Grundwasser stets leicht salzig, drei Tagereisen südwestlich von Korogar sogar so stark, dass die Eingeborenen durch Abdampfen des Wassers ein bräunlich gefärbtes Salz gewannen. — Hier und dort war noch ein kleiner Tümpel (oft auch brakig) in einem getrockneten Bachbett stehen geblieben. Selbstverständlich war die Fauna auch demgemäss eine arme. Zu einer mikroskopischen Untersuchung kam ich höchst selten, da ich in Anbetracht der geringen, mir zur Verfügung stehenden Mittel mir nur sehr wenige Rasttage gestatten konnte und an Marschtagen die Arbeitskraft durch die Sorge für die Karawane, Tagebuchnotizen, nothwendigste Conservirung von Thieren u. s. w. überdies schon recht stark beansprucht war. Ich beschränkte mich also darauf, aus Tümpeln und Flüssen, an die ich kam, das makroskopisch Sichtbare zu sammeln, und von fast allen Orten, wo es möglich war, Schlamm- und Algenproben zu trocknen. Damit diese rasch austrockneten und am nächsten Morgen verpackt werden konnten, durfte ich natürlich immer nur kleine Proben nehmen, doch hoffe ich nach meiner Rückkehr manches aus diesem Schlamme züchten zu können. — Sämmtliche Algen sind mit voriger Post an Hrn. Prof. Pringsheim abgesandt. — In diesen Tümpeln fand ich Insectenlarven (Mücken, Libellen, Ephemeriden u. s. w.), Copepoden und Ostracoden, Coleopteren und Hemipteren (*Notonecta, Hydrometra* und grosse *Nepa*). — Bei Matosucudo in Ost-Unguru liegt ein ziemlich grosser Teich oder Sumpf, von hohem Schilf umgeben; einige weisse Wasserrosen wuchsen weit ab vom Ufer. Mit abscheulich stinkendem Schlamm holte ich Garneelen in ziemlich grosser Anzahl heraus. Ausserdem fand ich noch einen kleinen Fisch und *Telphusa*; nach Aussagen der Eingeborenen sollen auch einige Krokodile, sowie ein grosser Wels in dem Teich vorkommen. Es wurde mir allgemein erzählt, dass dieser Teich keinen Abfluss haben sollte, was in Anbetracht des Vorkommens der Garneelen ganz interessant wäre; doch kann ich dies nicht sicher verbürgen.

Etwas interessanter gestaltete sich die faunistische Untersuchung der berührten Flüsse. Der Bach Rukagura bei Mbusine, ein von den nördlichen Unguru-Bergen kommender linker Nebenfluss des Wami, hat in seinem unteren Lauf ein stark felsiges Bett. An Stellen, wo das Wasser rasch fliesst, ist an die Steine des Bachbettes *Aetheria* sp. angewachsen. Bei ihrer austerartigen Form fügt sich die untere Schalenklappe gänzlich der Unterlage an, so dass sie oft winkelig

und kantig wird. Auf demselben Felsen fand ich auch ganz kleine, krustenförmige Exemplare eines Süsswasserschwammes. Seine Nadeln sind glatt, gebogen und an beiden Seiten abgerundet, so dass ich ihn nur mit *Potamolepis* identificiren kann. Die wenigen Gemmulae zeigten keine Amphidisken, nur eine braune »Chitinschale«. Um sie herum hatte sich das Gewebe von Kieselnadeln stark verdichtet und hier traten neben den grossen auch kleine »wurstförmige« Nadeln auf, aber alle von einer Form. Es gehört also die Gattung *Potamolepis* (MARSCHALL) wohl in die Nähe von *Spongilla*. Von Interesse scheint mir das gleichzeitige Auftreten einer solchen Form im Kongo- (Pechuël-Loesche) und im Wami-Gebiet zu sein, deren Flusssysteme doch in keiner Weise communiciren. Man könnte an Einwandern ein und derselben Meeresspongie im Westen wie im Osten Africa's in eine Flussmündung denken; ich möchte jedoch für's Erste einen Transport der Gemmulae durch Vögel oder dergleichen für wahrscheinlicher halten. — Im Schlamme des Flusses fand ich eine Süsswassermuschel (wohl *Spatha* sp.?) und Schnecken. Eine kleine Mückenlarve baute sich ein Gehäuse aus grünen, lebenden Algen (*Spirogyra*), das die Form einer *Limnadia*-Schale hatte, zahlreiche Ephemeriden- und Libellenlarven, sowie *Notonecta* und *Gyrinus*-ähnliche Coleopteren lebten im Bach. In etwas ruhigerem Wasser, namentlich am Ufer, fand ich viele durchsichtige Garneelen, die vielleicht 2 Arten angehören. Ausserdem leben einige Arten von Fischen im Bache, die ich jedoch noch nicht bestimmt habe. — An dem Ufer in der stark durchfeuchteten Erde ist eine Lumbricide der Gattung *Eudrilus* recht häufig. Sie ähnelt am meisten der PERRIER'schen Art *E. decipiens* von Rio de Janeiro, ohne mit ihr identisch zu sein.

Das Wasser des Wami ist schlammig und fliesst reissend durch sein felsiges Bett. Beim Übergang, drei Stunden süd-östlich von Mbusine, war eine faunistische Untersuchung auf dem Marsche mit meinen Mitteln unmöglich. Der Fluss stürzt dort in zwei Armen in tiefeingeschnittenen Betten durch ein Feld von riesigen Felsen. Ich konnte nur aus Strudeltöpfen ausserhalb des Bettes Algen- und Schlammproben entnehmen. Etwas oberhalb bei Qua-Msere war der Fluss etwas breiter und ruhiger, aber auch hier machte die Untersuchung Schwierigkeiten, da weder ich noch meine Leute wegen der Krokodile in's Wasser gehen konnten. Mit einem vom Ufer aus geworfenen, kleinen Schleppnetz bekam ich Stücke von *Aetheria*, kleine Fischchen und Libellenlarven. Trockene Schalen von *Aetheria* fand ich ziemlich hoch über dem Wasserspiegel. Die abgerundeten Uferfelsen deuten an, dass zu Zeiten das Wasser viel höher steht, und bis zu zwei Stunden vom Ufer entfernte längliche Rundhöcker aus

Gneis lassen auf eine ehemalige, enorme Erosion schliessen. In dem Fluss angelten meine Leute zwei Siluriden-Arten der Gattungen *Heterobranchus* und *Synodontia*. Am Ufer in früher überschwemmtem, jetzt trockenem Durrah-Feld lagen zahlreiche Schalen einer *Ampullaria*, die ich im Uferwasser nicht finden konnte. — Hier bedauerte ich sehr, dass in Bagamoyo meine Träger Schwierigkeiten gemacht hatten, mein kleines, zusammenklappbares Leinenboot mitzunehmen.

Die aus dem Berge am Unguru (Ugúu) kommenden Bäche vereinigen sich zu dem Uálle, der ein linker Nebenfluss des Wami ist. Der Uálle, aus dem Inneren des südlichen Granit- und Gneismassivs kommend, nimmt zunächst eine ganze Reihe von kleinen Bergbächen auf und zuletzt links den aus dem nördlichen Nguru kommenden Mdjonga, dessen Quellflüsse der Luhiga und Kiserio sind. Dicht an der französischen Missionsstation Monda (M-honda) fliessen zwei prachtvolle Bergbäche, der Likulula und der Mvadja, vorbei in einem Thal mit üppiger Vegetation. Die Ost-Abhänge von Ugúu bilden durch ihre grüne Vegetation überhaupt einen schroffen Gegensatz zu der verbrannten Ebene; manche Thalsolen, so die des Mdjonga sind mit etwa 2—3^{m} hohem Schilf bewachsen.

Die Bergbäche führen klares und kühles Wasser, dass über sandigen oder kiesigen Boden zwischen vielen Felsblöcken, mit ziemlich starkem Gefälle dahin sprudelt. Ihre Fauna ist ziemlich arm. Unter den Steinen und dem ausgewaschenen Ufer verbergen sich Mengen von Telphusen, welche eine sehr ansehnliche Grösse erreichen. Ausser Libellen- und Ephemeridenlarven fand ich unter den Steinen, fest an dieselben angesogen, ein sehr eigenartiges Thier, dass ich zuerst für eine Isopode mit sehr breitem Körper hielt. Es war ein elliptisches, flachgedrücktes Thier von der Farbe der betreffenden Steine, auf dem es sass, das (etwa in der Weise wie ein Chiton) vom Rücken 12 Segmente zeigte. Bei näherer Betrachtung von unten jedoch zeigt sich ein Kopf mit beissenden Mundwerkzeugen, 3 Beinpaare mit Endklauen und 4 Paar Büschelkiemen, sodass ich das Thier für eine Insectenlarve halten muss.

Auffallend waren mir noch kleine Larven von Mücken, die sich ein winziges Gehäuse aus feinen Sandkörnern bauten, das die Form von Schneckenhäusern hatte. Um Mimicry kann es sich hier nicht handeln, da Schnecken nicht vorhanden waren.

An Fischen wurden von meinen Leuten und den Missionszöglingen mindestens drei Arten gefangen mit dem bekannten Fischgift »Utupa«. Die Blätter eines Strauches aus der Familie der Papilionaceen, »Mtupa« genannt, werden zerstampft und in's Wasser geworfen. Nach kurzer Zeit schwimmen alle Fische betäubt an der

Oberfläche. Meistens ist dies Verfahren an der Küste gebräuchlich, wo aber auch noch eine Armleuchter-Euphorbia dazu verwendet wird. Wir fingen *Synodontis* sp., *Anguilla* (*labiata*?), der Armesdicke und 9—12 Pfund Schwere erreichen soll und noch einen anderen Fisch. Ausserdem soll noch ein langer, dünner Fisch vorkommen, der sich überall festsaugt, wie mir die Missionäre erzählten (*Petromyzon*?). Leider bekamen wir kein Exemplar desselben. — An Lumbriciden fand ich eine mit Digaster verwandte Form, bei der jedoch die männlichen Geschlechtsöffnungen schräg hintereinander lagen, sowie eine verwandte von *Eudrilus*, jedoch mit verschmolzenen männlichen und weiblichen Geschlechtsöffnungen. Beide gehören wohl neuen Gattungen an.

In anderen Bächen von Unguru, so z. B. im Bach Hanaha bei Mangwalla, sowie in Mdjonga selbst fand ich ausser kleinen Fischen und Insectenlarven nichts. Die Isopoden ähnliche Insectenlarve scheint im Gebiet des Mdjonga zu fehlen. Im Oberlauf des Rukajura am Kilindi-Berge ist die *Aetheria* nicht vorhanden, wohl weil dort keine Felsen im Bachbett sind.

Den Pangani-Fluss (Rufu) konnte ich leider nur bei Korogwe untersuchen, da weiter abwärts wegen der Revolution nicht daran zu denken war. Bei Korogwe fliesst er, in drei Arme getheilt, reissend über felsiges Bett. Ich erhielt 4 Species von Fischen, von denen 2 sich mit ihrem Mund an Steine festsaugen konnten, wohl in Anpassung an die reissende Strömung. Eine kleine Siluride (*Synodontis*; — *gambiensis*?) mit Saugmund und spitzem Stachel in Rücken- und Brustflosse, wird von den Eingeborenen gefürchtet. Diese Fische, sowie eine Garneelen-Art leben in dem schnell fliessenden, tieferen Wasser, das ziemlich schlammig ist. Im flacheren, ruhigen Uferwasser leben zahlreiche Schnecken (2 Species), sowie *Telphusa* zwischen Algen und Chara. Im Uferschlamm befanden sich zwei Arten von Digaster.

In den stehenden Tümpeln eines kleinen, linken Nebenflusses von Ruvu bei der Plantage Lewa, fand ich die Daphnide *Moïna micrura* in grosser Anzahl in parthenogenetischer, wie in geschlechtlicher Fortpflanzung. Das noch unbekannte Männchen derselben ist ein wenig kleiner als das Weibchen und hat Tastantennen von halber Körperlänge, welche am Ende 4 gegen den Körper gekrümmte Haken und 6—7 Riechborsten trägt. Am ersten Beinpaar findet sich ein Haken mit daneben stehender Borste. Die Entwickelung muss enorm rasch vor sich gehen, da das Thier in unserem filtrirtem Trinkwasser nach 2—3 Tagen in grossen Mengen sich zeigte.

Jetzt schon einen Vergleich zwischen unserer europäischen und der hiesigen Fauna, sowie zwischen der der Insel Sansibar und des

Festlandes ziehen zu wollen, wäre sehr gewagt, da meine Untersuchungen noch nicht im Entferntesten abgeschlossen sind und ich hoffe, dieselben noch recht lange fortsetzen zu können. Immerhin kann man sagen, dass die Fauna hier sich nicht absolut unterscheidet von unserer; man könnte, wie SEMPER sagt, beide Faunen vertauschen, ohne den Habitus total zu verändern. Das schliesst natürlich nicht aus, dass hier viele eigenthümliche Formen vorkommen. Welse und Cyprinodonten, *Ampullaria* und *Melania* sind für die Tropen charakteristisch; je weiter wir jedoch im Thierreich heruntergehen, desto weniger Verschiedenheiten treffen wir an. Dies muss sich natürlich erst nach der definitiven Detailuntersuchung in Europa zeigen. Auffallend ist das starke Vorherrschen einiger Formen, während andere, so die dendrocoelen Turbellarien und Bryozoen, *Asellus* und *Gammarus*, ganz zu fehlen scheinen. Dass die von dichtem Pflanzenwuchs bestandenen Sümpfe mit ihrem ziemlich klaren Wasser eine andere Fauna in sich bergen, als die Schlammwasser führenden Küstenflüsse, ist wohl selbstverständlich. Ausser Fischen, Garneelen, Telphusen und einigen Schnecken und Muscheln beherbergen letztere nichts, während jene von Ostracoden, Milben, Oligochaeten und vielen anderen wimmeln.

Die Fauna der Insel Sansibar scheint mir, nach dem Wenigen zu urtheilen, was ich bis jetzt feststellen konnte, nicht wesentlich von der des Festlandes abzuweichen, höchstens finden sich auf der Insel manche Thiere nicht, die an der Küse auftreten. Ob die Insel einst mit dem Festland zusammengehangen hat, und so die Herkunft der Süsswasserthiere zu erklären ist, kann ich noch nicht genau sagen; es wird sich auch schwer constatiren lassen. Wahrscheinlich ist mir, dass der alte, körnige Sandstein einst, etwa zur Jura-Periode(?), als Strandbildung entstanden ist und dass sich auf ihn ein grosses Korallenriff gebildet hat, von dem die Inseln Pemba, Sansibar und Mafia vielleicht vorspringende oder isolirte Theile waren, welche später mit der Küste gehoben wurden. Ob nach der Hebung einmal eine Landverbindung stattgefunden hat, und der Sansibar-Kanal durch den schwachen Zweig des grossen Aequatorialstromes, der vom Cap Delgado nach Norden abzweigt, erodirt worden ist, ist mir zum Mindesten sehr zweifelhaft, besonders da der Hauptstrom an der Ostküste der Insel entlang läuft. So lange ich nicht Beweise für einstigen Zusammenhang habe, halte ich die Fauna für eingewandert nach Hebung der Insel aus dem Meere. Der Charakter der Fauna scheint mir nicht dagegen zu sprechen. *Clarias garispinus* ist allerdings nur aus den Flüssen von Ost-Africa bekannt, aber Verwandte gehen in's Meer, *Gobius giuris*, den ich selbst noch nicht fand, ist

ein Meeresfisch, der in die Flüsse geht und *Cyprinodon orthonotus* findet sich ebenso auf den Seyshellen, wie an der Festlandsküste. Dass Mollusken sowie alle anderen gefundenen Thiere durch Vögel u. s. w. über den nur 22 Seemeilen breiten Kanal hierher verschleppt sein können, ist durchaus nicht unwahrscheinlich. Für die Verbreitung der Eier von niederen Thieren hat gewiss auch der jeden Morgen um 4 Uhr einsetzende Landwind das Seinige gethan. Bis jetzt ist Sansibar für mich ein Beispiel, wie sich durch Einwanderung vom Meere aus (*Gobius*, Garneelen) und durch den Transport von Wind, Vögeln, Menschen u. s. w. eine reiche Süsswasserfauna bilden kann.

Ausgegeben am 13. December.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1888.

L.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

13. December. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Kundt las über die Änderung der Lichtgeschwindigkeit in den Metallen mit der Temperatur.

2. Hr. Fuchs machte eine Mittheilung zur Theorie der linearen Differentialgleichungen, als Fortsetzung der Mittheilung vom 1. November d. J. (S. oben S. 1115).

3. Hr. Ludwig Boltzmann in Graz sandte eine Mittheilung ein über das Gleichgewicht der lebendigen Kraft zwischen progressiver und Rotations-Bewegung bei Gasmolekülen.

4. Von Hrn. Burmeister in Buenos Aires lag eine Mittheilung vor über einen vollständigen Schädel vom *Megatherium*.

5. Hr. von Helmholtz legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. H. Hertz in Carlsruhe vor über Strahlen elektrischer Kraft.

6. Der Vorsitzende legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. I. Rosenthal in Erlangen vor über calorimetrische Untersuchungen an Säugethieren.

Die Mittheilungen 2, 4—6 folgen umstehend, 1. und 3. werden im nächsten Stück der Berichte erscheinen.

Zur Theorie der linearen Differentialgleichungen.

Von L. FUCHS.

(Fortsetzung der Mittheilung vom 1. November [s. oben S. 1115].)

8.

Bezeichnen wir die linke Seite der Gleichung (H') mit $H(t)$ und bedeute $M(t)$ den durch Gleichung (N) gegebenen Ausdruck, alsdann ist nach Gleichung (M)

$$(1) \qquad M(t)\,H(t) = \frac{dZ'}{dx}\,.$$

Sei $H'(t)$ der zu $H(t)$ adjungirte Differentialausdruck, so ist[1]

$$(2) \qquad v\,H(t) - tH'(v) = \frac{d}{dx}\,H(t,v)\,,$$

wo t, v beliebige Functionen von x und wo $H(t,v)$ einen in t, v und ihren Ableitungen bis zur $(\nu-1)$ten Ordnung linearen und homogenen Ausdruck bedeutet.

Setzen wir

$$v = M(t)\,,$$

so ergiebt sich

$$(3) \qquad M(t)\,H(t) - tH'\big(M(t)\big) = \frac{d}{dx}\,H\big(t, M(t)\big)\,.$$

Diese Gleichung ist nach Gleichung (1) gleichbedeutend mit

$$(4) \qquad \frac{dZ'}{dx} - tH'\big(M(t)\big) = \frac{d}{dx}\,H\big(t, M(t)\big)\,,$$

demnach muss auch für jede Function t der Ausdruck

$$tH'\big(M(t)\big)$$

ein vollständiger Differentialquotient sein.

Ist aber $f(u)$ ein Differentialausdruck von der Eigenschaft, dass $u \cdot f(u)$ für jede Function u der vollständige Differentialquotient einer in u und seinen Ableitungen linearen und homogenen Function $\Pi(u)$

[1] JACOBI, CRELLE's Journal Bd. 32 S. 189.

und ist $f'(u)$ der zu $f(u)$ adjungirte Differentialausdruck, so ist identisch

$$f'(u) = -f(u)$$

und umgekehrt.[1] Da nun der zu $H'\big(M(t)\big)$ adjungirte Differentialausdruck dem Ausdrucke $M'\big(H(t)\big)$ gleich wird, wenn wir mit $M'(t)$ den zu $M(t)$ adjungirten Ausdruck bezeichnen,[2] so ergiebt sich aus Gleichung (4), dass identisch für jede Function t

$$(\overline{\mathrm{M}}) \qquad H'\big(M(t)\big) = -M'\big(H(t)\big).$$

Ist umgekehrt diese Gleichung identisch erfüllt, so ist $tH'\big(M(t)\big)$ ein vollständiger Differentialquotient und demgemäss auch nach Gleichung (3) $M(t)\cdot H(t)$ ein vollständiger Differentialquotient.

9.

Wir gehen nunmehr zur Untersuchung des Falles über, in welchem die Gleichung (H') reductibel wird.[3] Zuvor aber wollen wir einige auf allgemeine lineare Differentialgleichungen bezügliche Sätze aufstellen, von welchen wir Gebrauch machen werden.

Sei eine lineare, homogene Differentialgleichung

$$(1) \qquad \frac{d^m y}{dx^m} + r_1 \frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}} + \ldots + r_m y = R(y) = 0$$

mit rationalen Coefficienten vorgelegt, so genügt jeder Ausdruck der Form

$$(2) \qquad w = A_0 y + A_1 y' + \ldots + A_{m-1} y^{(m-1)} = P(y),$$

in welchem $A_0, A_1, \ldots A_{m-1}$ rationale Functionen von x und die oberen Accente Ableitungen bedeuten, ebenfalls einer linearen Differentialgleichung höchstens $m$ter Ordnung. Differentiiren wir nämlich die Gleichung (2) und ersetzen die Ableitungen von y höherer als $m$ter Ordnung mit Hülfe der Gleichung (1) durch die Ableitungen niedrigerer Ordnung, so ergiebt sich, dass jede Ableitung von w eine lineare homogene Function von $y, y', \ldots y^{(m-1)}$ mit rationalen Coefficienten ist. Durch Elimination von $y, y', \ldots y^{(m-1)}$ aus den Ausdrücken für $w, w', \ldots w^{(m)}$ ergiebt sich die bezeichnete Differential-

[1] Vergl. den vor Kurzem erschienenen II. Theil der »Leçons sur la théorie des surfaces« von Hrn. Darboux S. 111.

[2] Siehe Frobenius, Borchardt's Journal Bd. 85 S. 189.

[3] Über die Begriffe der Irreductibilität und Reductibilität siehe Frobenius, Borchardt's Journal Bd. 76, S. 236.

gleichung für w. Alle diese Differentialgleichungen wollen wir mit Riemann[1] als mit (1) zu derselben Classe gehörig bezeichnen.

Seien $A_0, A_1, \ldots A_{m-1}$ willkürlich gewählte rationale Functionen und bezeichnen $y_1, y_2, \ldots y_m$ ein Fundamentalsystem von Integralen der Gleichung (1), so ist eine Relation der Form

$$\gamma_1 P(y_1) + \gamma_2 P(y_2) + \ldots + \gamma_m P(y_m) = 0\,, \tag{3}$$

wo $\gamma_1, \gamma_2, \ldots \gamma_m$ Constanten bedeuten, nicht möglich. Setzen wir nämlich

$$\gamma_1 y_1 + \gamma_2 y_2 + \ldots + \gamma_m y_m = \eta, \tag{4}$$

so ist Gleichung (3) gleichbedeutend mit

$$A_0\eta + A_1\eta' + \ldots + A_{m-1}\eta^{(m-1)} = 0. \tag{5}$$

Es ist η ein Integral der Gleichung (1), welches der Voraussetzung nach nicht identisch verschwinden kann. Da aber Gleichung (1) nicht mit der willkürlichen Differentialgleichung

$$A_{m-1}\frac{d^{m-1}y}{dx^{m-1}} + \ldots + A_1\frac{dy}{dx} + A_0 y = 0$$

ein Integral gemeinschaftlich haben kann, so kann die Gleichung (5) folglich auch die Gleichung (3) nicht bestehen.

Aus Gleichung (2) ergiebt sich durch Differentiation

$$w^{(k)} = A_{k0}y + A_{k1}y' + \ldots + A_{km-1}y^{(m-1)}, \qquad k = 0, 1, \ldots m-1. \tag{6}$$

Die Hauptdeterminante der Functionen $y_1, y_2, \ldots y_m$ sei Δ und diejenige der Functionen $w_1 = P(y_1), w_2 = P(y_2), \ldots w_m = P(y_m)$ sei δ, so folgt aus

$$\delta = |A_{kl}|\,\Delta, \qquad (k, l = 0, 1, \ldots m-1) \tag{7}$$

dass die Determinante $|A_{kl}|$ nicht verschwinden kann, weil sowohl Δ als auch δ von Null verschieden sind. Man kann also aus den Gleichungen (6) y, folglich auch die Integrale aller zu derselben Classe gehörigen Differentialgleichungen, als lineare homogene Functionen von $w, w', \ldots w^{(m-1)}$ mit rationalen Coefficienten darstellen. Wir erhalten also den Satz:

I. Sind $A_0, A_1, \ldots A_{m-1}$ willkürlich gewählte rationale Functionen, so ist die Differentialgleichung, welcher w genügt, nicht niedriger als $m$ter Ordnung, und man kann umgekehrt y also jedes Integral einer der Classe zugehörigen Differentialgleichung als lineare homogene Function von $w, w', \ldots w^{(m-1)}$ mit rationalen Coefficienten darstellen.

[1] Gesammelte Werke, Nachlass, S. 361.

Durch diesen Satz ist die bevorzugte Stellung der Gleichung (1) beseitigt, es kann an deren Stelle jede Gleichung derselben Classe, von der $m$ten Ordnung, treten.

II. Ist eine Differentialgleichung der Classe reductibel, so giebt es unter den Differentialgleichungen derselben Classe auch solche, deren Ordnung kleiner ist als m. Die Differentialgleichungen derselben Classe sind sämmtlich reductibel.

Ist nämlich Gleichung (1) reductibel, so existirt ein Differentialausdruck $Q(y)$ der Ordnung $\mu < m$, von der Beschaffenheit, dass

$$R(y) = S(Q(y)), \tag{8}$$

wenn mit $S(y)$ ein Differentialausdruck der $(m-\mu)$ten Ordnung bezeichnet wird.[1]

Ist w ein Integral einer Differentialgleichung der Classe, deren Ordnung nicht kleiner als m, so folgt aus dem Obigen, dass y und seine sämmtlichen Ableitungen als lineare homogene Functionen von $w, w', \ldots w^{(m-1)}$ darstellbar sind. Wir haben demnach

$$v = Q(y) = B_0 w + B_1 w' + \ldots + B_{m-1} w^{(m-1)} = Q_1(w), \tag{9}$$

wo $B_0, B_1, \ldots B_{m-1}$ rationale Functionen von x bedeuten.

Da der Voraussetzung nach $Q(y)$ für Integrale der Gleichung (1) verschwinden soll, so hat die Differentialgleichung für w mit einer Gleichung

$$Q_1(w) = 0$$

niedriger als $m$ter Ordnung Integrale gemeinschaftlich, ist also reductibel. Andererseits ist die Differentialgleichung für v derselben Classe angehörig und es ist die Ordnung derselben nach Gleichung (8) die $(m-\mu)$te. Aus dem Satze II folgt als Corollar:

III. Ist eine Differentialgleichung der Classe irreductibel, so sind alle Differentialgleichungen derselben Classe irreductibel und es giebt unter ihnen keine von niedrigerer Ordnung als von der $m$ten.

10.

Die Coefficienten $S_0, S_1 \ldots S_{\nu-1}$ in dem Multiplicator

$$M(t) = S_0 t + S_1 t' + \ldots + S_{\nu-1} t^{(\nu-1)} \tag{N}$$

des Ausdruckes $H(t)$ genügen einem gewissen Systeme (Σ) linearer homogener Gleichungen mit rationalen Coefficienten, welche nach Nr. 8

[1] Siehe Frobenius, Borchardt's Journal Bd. 76 S. 256.

erhalten werden, wenn wir in Gleichung ($\overline{\text{M}}$) die Coefficienten der Ableitungen gleich hoher Ordnung von t auf beiden Seiten einander gleichsetzen. Der Voraussetzung nach lässt dieses System rationale Lösungen für $S_0, S_1, \ldots S_{\nu-1}$ zu.

Lässt das System (Σ) zwei rationale Lösungen $S_0, S_1, \ldots S_{\nu-1}$; $S'_0, S'_1, \ldots S'_{\nu-1}$ von solcher Beschaffenheit zu, dass zwischen den Functionen $M(t)$ und $M_1(t)$, welche den Gleichungen

(1) $$M(t) = S_0 t + S_1 t' + \ldots + S_{\nu-1} t^{(\nu-1)}$$

(2) $$M_1(t) = S'_0 t + S'_1 t' + \ldots + S'_{\nu-1} t^{(\nu-1)}$$

entsprechen, **nicht** eine Gleichung

(3) $$M_1(t) = \gamma M(t)$$

wo γ von x unabhängig, identisch besteht, so ist die Gleichung (H') reductibel.

Es sei nämlich $t = \xi$ eine Lösung der Gleichung (H'), so ist nach dem Satze I in Nr. 5 [vergl. die Gleichung ($\overline{\text{M}}$)], sowohl $M(\xi)$, als auch $M_1(\xi)$ ein Integral der zu (H') adjungirten Differentialgleichung

(4) $$H'(t) = 0 .$$

Die Differentialgleichungen, welchen $M(\xi)$, $M_1(\xi)$ genügen, sind mit der Gleichung (H') von derselben Classe. Ist (H') irreductibel, so sind, nach Satz III voriger Nummer, auch die ersteren Gleichungen irreductibel und es ist

(5) $$\frac{d^k\xi}{dx^k} = T_0\eta + T_1\eta' + \ldots + T_{\nu-1}\eta^{(\nu-1)}$$

wenn

(6) $$\eta = M(\xi)$$

gesetzt und mit $T_0, T_1, \ldots T_{\nu-1}$ rationale Functionen von x bezeichnet werden. — Demnach ist auch

(7) $$\eta_1 = M_1(\xi) = \mathfrak{U}_0\eta + \mathfrak{U}_1\eta' + \ldots + \mathfrak{U}_{\nu-1}\eta^{(\nu-1)}$$

wo $\mathfrak{U}_0, \mathfrak{U}_1, \ldots \mathfrak{U}_{\nu-1}$ rationale Functionen von x sind. Es besitzt daher die Gleichung (4) zwei Integrale η und η_1, welche in der durch Gleichung (7) gegebenen Beziehung zu einander stehen. Der Voraussetzung nach besteht eine Gleichung der Form (3) nicht identisch. Würde sie für $t = \xi$ erfüllbar sein, so müsste die Gleichung (H') mit der Gleichung

(8) $$M_1(t) - \gamma M(t) = 0$$

Integrale gemeinschaftlich haben und daher reductibel sein. Würde die Gleichung (3) nicht für $t = \xi$ erfüllbar sein, so würde aus dem

Bestehen der Gleichung (7) folgen, dass die Gleichung (4) reductibel sei.[1] Dann aber, dass auch (H′) selber reductibel sei.[2]

11.

Es sei k ein in den Coefficienten einer Differentialgleichung

$$\frac{d^m y}{dx^m} + r_1 \frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}} + \ldots + r_m y = 0 \tag{1}$$

auftretender Parameter, mit welchem sich die ersteren stetig ändern. Wir machen nunmehr die folgende Voraussetzung:

(α) Es giebt ein Fundamentalsystem von Integralen $y_1, y_2, \ldots y_m$ der Differentialgleichung (1) von der Beschaffenheit, dass in dem ganzen Verlaufe der Variabeln x die Gleichungen

$$\frac{\partial y_a}{\partial k} = A_0 y_a + A_1 y_a' + \ldots + A_{m-1} y_a^{(m-1)}, \qquad a = 1, 2, \ldots m \tag{2}$$

wo $A_0, A_1, \ldots A_{m-1}$ rationale Functionen von x, erfüllt werden.

Von den Differentialgleichungen dieser Art stellen wir zunächst folgenden Satz auf

I. Die Coefficienten der Substitutionen der zur Gleichung (1) gehörigen Gruppe sind unter der Voraussetzung (α) von k unabhängig.

In der That möge ein Umlauf der Variabeln x, y_a in $\bar{y}_a$ überführen, alsdann ist

$$\bar{y}_a = \alpha_{a1} y_1 + \alpha_{a2} y_2 + \ldots + \alpha_{am} y_m, \qquad a = 1, 2, \ldots m \tag{3}$$

wo α_{ab} von x unabhängig. Da die Gleichungen (2) im ganzen Verlaufe der Variabeln x bestehen, so folgt

$$\frac{\partial \bar{y}_a}{\partial k} = A_0 \sum_1^m {}_b \alpha_{ab} y_b + A_1 \sum_1^m {}_b \alpha_{ab} y_b' + \ldots + A_{m-1} \sum_1^m {}_b \alpha_{ab} y_b^{(m-1)}, \tag{4}$$

also unter Anwendung derselben Gleichung (2)

$$\frac{\partial \bar{y}_a}{\partial k} = \alpha_{a1} \frac{\partial y_1}{\partial k} + \alpha_{a2} \frac{\partial y_2}{\partial k} + \ldots + \alpha_{am} \frac{\partial y_m}{\partial k}. \tag{5}$$

Differentiiren wir aber Gleichung (3) nach k, so folgt

$$\frac{\partial \bar{y}_a}{\partial k} = \alpha_{a1} \frac{\partial y_1}{\partial k} + \alpha_{a2} \frac{\partial y_2}{\partial k} + \ldots + \alpha_{am} \frac{\partial y_m}{\partial k} + y_1 \frac{\partial \alpha_{a1}}{\partial k} + y_2 \frac{\partial \alpha_{a2}}{\partial k} + \ldots + y_m \frac{\partial \alpha_{am}}{\partial k} \tag{6}$$

Durch Vergleichung von (6) und (5) ergiebt sich demnach

---

[1] Siehe Frobenius, Borchardt's Journal Bd. 76 S. 268.

[2] A. a. O. S. 261.

(7) $$y_1 \frac{\partial \alpha_{a1}}{\partial k} + y_2 \frac{\partial \alpha_{a2}}{\partial k} + \ldots + y_m \frac{\partial \alpha_{am}}{\partial k} = 0, \qquad a = 1, 2, \ldots m.$$

Da $y_1, y_2, \ldots, y_m$ ein Fundamentalsystem ist, so ergiebt sich hieraus

(8) $$\frac{\partial \alpha_{a1}}{\partial k} = 0, \frac{\partial \alpha_{a2}}{\partial k} = 0, \ldots, \frac{\partial \alpha_{am}}{\partial k} = 0,$$

wodurch unser Satz bewiesen ist.

Es ergiebt sich aber auch der folgende Satz:

II. Ist $y_1, y_2, \ldots y_m$ ein Fundamentalsystem von Integralen der Gleichung (1) und ist f eine von x unabhängige Grösse, so genügt für den ganzen Verlauf der Variabeln x das System

$$fy_1, fy_2, \ldots fy_m$$

der Gleichung

(9) $$\frac{\partial (fy_a)}{\partial k} = \left(fA_0 + \frac{\partial f}{\partial k}\right) y_a + fA_1 y_a' + \ldots + fA_{m-1} y_a^{(m-1)}.$$

Es ist nämlich

$$\frac{\partial (fy_a)}{\partial k} = \frac{\partial f}{\partial k} y_a + f \frac{\partial y_a}{\partial k},$$

hieraus ergiebt sich nach Gleichung (2) die Gleichung (9).

Endlich ergiebt sich noch:

III. Sind $\gamma_1, \gamma_2, \ldots \gamma_m$ von k und von x unabhängige Grössen, so genügt

$$\gamma_1 y_1 + \gamma_2 y_2 + \ldots + \gamma_m y_m$$

ebenfalls der Gleichung (2).

12.

Es sei umgekehrt vorausgesetzt, dass ein Fundamentalsystem von Integralen der Gleichung (1) voriger Nummer angebbar sei, von der Beschaffenheit, dass die Coefficienten der Substitutionen der zu dieser Differentialgleichung gehörigen Gruppe von einem in den Coefficienten derselben auftretenden Parameter k unabhängig sind; ferner sei vorausgesetzt, dass die Integrale derselben Differentialgleichung keinen Punkt der Unbestimmtheit[1] besitzen, d. h. dass die Gleichung (1) voriger Nummer zur Kategorie der in Borchardt's Journal Bd. 66 S. 146, Gleichung (12) charak-

[1] Vergl. über den Sinn dieser Bezeichnungsweise Sitzungsberichte der Berliner Akademie 1866 S. 281.

terisirten Classe gehöre. Alsdann findet in dem ganzen Verlaufe der Variabeln x die Gleichung (2) voriger Nummer statt.

Wenn nämlich wiederum nach irgend einem Umlaufe von x ein Fundamentalsystem von Integralen der Gleichung (1) voriger Nummer

$$y_1, y_2, \dots y_m$$

bez. in

$$\bar{y}_1, \bar{y}_2, \dots \bar{y}_m$$

übergeht, wo

$$(1) \qquad \bar{y}_a = \alpha_{a1} y_1 + \alpha_{a2} y_2 + \dots + \alpha_{am} y_m, \qquad (a = 1, 2 \dots m)$$

so ist jetzt vorausgesetzt, dass die von x unabhängigen Grössen α_{ab} auch von k unabhängig seien. Wenn wir in Gleichung (1) voriger Nummer $k + \delta k$ an die Stelle von k setzen, so möge dieselbe in

$$(2) \qquad \frac{d^m y}{dx^m} + \bar{r}_1 \frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}} + \dots + \bar{r}_m y = 0$$

übergehen. Es sei U derjenige Umlauf der Variabeln x, welcher die Substitution (1) hervorgebracht, so werden die innerhalb U gelegenen singulären Punkte der Gleichung (1) voriger Nummer in solche der Gleichung (2) übergegangen sein, und wenn der Modul von δk hinlänglich klein, so werden die letzteren ebenfalls noch innerhalb U gelegen sein, und es wird kein anderer der singulären Punkte von (2) innerhalb U liegen. Für das Fundamentalsystem

$$y_1 + \delta y_1, y_2 + \delta y_2, \dots, y_m + \delta y_m$$

der Gleichung (2) soll alsdann nach unserer Voraussetzung ebenfalls die Substitution (1) bestehen, d. h.

$$(3) \qquad \overline{(y_a + \delta y_a)} = \alpha_{a1}(y_1 + \delta y_1) + \alpha_{a2}(y_2 + \delta y_2) + \dots + \alpha_{am}(y_m + \delta y_m), \qquad (a = 1, 2 \dots m).$$

Aus den Gleichungen (1) und (3) folgt

$$(4) \qquad \overline{(\delta y_a)} = \alpha_{a1} \delta y_1 + \alpha_{a2} \delta y_2 + \dots + \alpha_{am} \delta y_m, \qquad a = 1, 2 \dots m.$$

Dividiren wir diese Gleichungen durch δk, so erhalten wir, indem wir für δk unendlich kleine Werthe setzen, für die Functionen $\frac{\partial y_a}{\partial k}$ nach demselben Umlaufe U von x

$$(5) \qquad \overline{\left(\frac{\partial y_a}{\partial k}\right)} = \alpha_{a1} \frac{\partial y_1}{\partial k} + \alpha_{a2} \frac{\partial y_2}{\partial k} + \dots + \alpha_{am} \frac{\partial y_m}{\partial k}.$$

Bestimmen wir nunmehr m Grössen $A_0, A_1, \dots A_{m-1}$ aus den Gleichungen

$$(6) \qquad \frac{\partial y_a}{\partial k} = A_0 y_a + A_1 y_a' + \dots + A_{m-1} y_a^{(m-1)}, \qquad a = 1, 2 \dots m.$$

Nach einem Umlaufe U der Variabeln x möge y_α die durch die Gleichung (1) bezeichnete Substitution und demgemäss $\frac{\partial y_\alpha}{\partial k}$ die durch Gleichung (5) bezeichnete Substitution erfahren. Demnach werden Zähler und Nenner in den Werthen, welche die Gleichungen (6) für $A_0, A_1, \ldots A_{m-1}$ ergeben, nach dem Umlaufe U mit demselben Factor multiplicirt sein. Hieraus folgt, dass $A_0, A_1, \ldots A_{m-1}$ durch die Umläufe der Variabeln x um die singulären Punkte der Gleichung (1) voriger Nummer nicht geändert werden.

Bedeutet W einen Umlauf von x um ein Gebiet, in welchem kein singulärer Punkt der Gleichung (1) voriger Nummer sich befindet, so ist für jeden Punkt x dieses Gebietes nach dem Theoreme von Cauchy, wenn wir

$$(7) \qquad y_\alpha = f_\alpha(x, k), \qquad \alpha = 1, 2, \ldots m$$

setzen,

$$(8) \qquad f_\alpha(x, k) = \frac{1}{2\pi i}\int \frac{f_\alpha(z, k)\, dz}{z - x},$$

das Integral erstreckt über die Begrenzung von W. Wir haben daher

$$(9) \qquad \frac{\partial y_\alpha}{\partial k} = \frac{1}{2\pi i}\int \frac{\partial f_\alpha(z, k)}{\partial k}\frac{dz}{z - x},$$

woraus hervorgeht, dass $\frac{\partial y_\alpha}{\partial k}$ innerhalb W eindeutig, endlich und stetig ist. Ebenso ergiebt sich, dass $\frac{\partial y_\alpha}{\partial k}$ in der Umgebung von $x = \infty$ die gleiche Eigenschaft hat, wenn y_α daselbst eindeutig, endlich und stetig ist.

Da hiernach $\frac{\partial y_\alpha}{\partial k}$ keine anderen Singularitäten besitzt als y_α, so ergiebt sich, dass $A_0, A_1, \ldots A_{m-1}$ eindeutige Functionen von x sind.

Differentiiren wir die Gleichung (1) voriger Nummer nach k, so folgt:

$$(10) \qquad \frac{d^m}{dx^m}\left(\frac{\partial y}{\partial k}\right) + r_1 \frac{d^{m-1}}{dx^{m-1}}\left(\frac{\partial y}{\partial k}\right) + \ldots + r_m \frac{\partial y}{\partial k} = -\frac{\partial r_1}{\partial k}\frac{d^{m-1}y}{dx^{m-1}} - \frac{\partial r_2}{\partial k}\frac{d^{m-2}y}{dx^{m-2}} - \ldots - \frac{\partial r_m}{\partial k}y.$$

Da die Integrale y der Gleichung (1) voriger Nummer keine Punkte der Unbestimmtheit besitzen, so folgt aus dieser Gleichung, dass auch $\frac{\partial y}{\partial k}$ keine Punkte der Unbestimmtheit hat. Daher haben auch die aus

den Gleichungen (6) sich ergebenden Werthe von $A_0, A_1, \ldots A_{m-1}$ keine Punkte der Unbestimmtheit. Dieselben sind also rationale Functionen von x und die Gleichungen (6) sind mit den Gleichungen (2) voriger Nummer übereinstimmend.

13.

Es möge nunmehr von der Gleichung (A) vorausgesetzt werden, dass sie den Anforderungen (α) in Nr. 11 Genüge leiste. Sind alsdann $y_1, y_2, \ldots y_{2n}$ ein Fundamentalsystem von Integralen derselben, für welches die Gleichungen

$$\text{(S)} \qquad \frac{\partial y_a}{\partial k} = A_0 y_a + A_1 y_a' + \ldots + A_{2n-1} y_a^{(2n-1)}, \qquad a = 1, 2, \ldots 2n$$

bestehen, so folgt,

$$(1) \qquad \frac{d^i}{dx^i}\left(\frac{\partial y_a}{\partial k}\right) = A_{a0} y_a + A_{a1} y_a' + \ldots + A_{a\,2n-1} y_a^{(2n-1)}, \qquad a = 1, 2, \ldots 2n$$

daher ist auch

$$(2) \qquad \frac{\partial u_{b0}}{\partial k} = B_0 u_{b0} + B_1 u_{b1} + \ldots + B_{\nu-1} u_{b\nu-1}.$$

Machen wir wie in Nr. 4 die Voraussetzung, dass die Determinante Q nicht verschwindet, so ergiebt sich durch wiederholte Anwendung der Gleichung (J), dass das Fundamentalsystem von Integralen der Gleichung (H)

$$u_{00}, u_{10}, \ldots u_{\nu-1\,0}$$

den Gleichungen

$$(\text{S}_1) \qquad \frac{\partial u_{b0}}{\partial k} = C_0 u_{b0} + C_1 u_{b0}' + \ldots + C_{\nu-1} u_{b0}^{(\nu-1)}$$

genügen, wo $C_0, C_1 \ldots C_{\nu-1}$ rationale Functionen von x bedeuten. Machen wir aber die Substitution (8) Nr. 4, so folgt ebenso

> Die Gleichung (H′) besitzt ein Fundamentalsystem von Integralen $\xi_1, \xi_2, \ldots \xi_\nu$, welches die Gleichungen
>
> $$(\text{S}_2) \qquad \frac{\partial \xi_a}{\partial k} = D_0 \xi_a + D_1 \xi_a' + \ldots + D_{\nu-1} \xi_a^{(\nu-1)}$$
>
> befriedigt, wo $D_0, D_1, \ldots D_{\nu-1}$ rationale Functionen von x sind.

Durch Differentiation der Gleichungen (S_2) nach x ergiebt sich

$$(3) \qquad \frac{d^i}{dx^i}\left(\frac{\partial \xi_a}{\partial k}\right) = D_{i0} \xi_a + D_{i1} \xi_a' + \ldots + D_{i\,\nu-1} \xi_a^{(\nu-1)}, \qquad a = 1, 2 \ldots \nu$$

wo $D_{a0}, D_{a1}, \ldots D_{a\nu-1}$ rationale Functionen von x sind.

Wir wollen nun der quadratischen Form Z' in Gleichung (L') eine andere Form $H(t)$ von folgender Gestalt zuordnen:

$$(L_1) \qquad H(t) = \Sigma_{\alpha,\beta} \frac{\partial R_{\alpha\beta}}{\partial k} t^{(\alpha)} t^{(\beta)} + \Sigma_{\alpha\beta} R_{\alpha\beta} [t^{(\beta)}(D_{\alpha 0} t + D_{\alpha 1} t' + \dots + D_{\alpha\nu-1} t^{(\nu-1)}) + t^{(\alpha)}(D_{\beta 0} t + D_{\beta 1} t' + \dots + D_{\beta\nu-1} t^{(\nu-1)})].$$

Schreiben wir $Z'(t)$ an Stelle von Z', so folgern wir aus Gleichung (3)

$$(4) \qquad H(\xi_a) = \frac{d}{dk}[Z'(\xi_a)], \qquad a = 1, 2, \dots \nu.$$

Da $Z'(t)$ von x unabhängig wird wenn wir für t ein beliebiges Integral der Gleichung (H') setzen (s. Nr. 5), so ergiebt sich aus Gleichung (4), dass auch $H(\xi_a)$ von x unabhängig ist.

Ist f eine willkürliche Grösse, so haben wir nach Satz II Nr. 11 und nach Gleichung (S_2),

$$(5) \qquad \frac{\partial(f\xi_a)}{\partial k} = \left[D_0 f + \frac{\partial f}{\partial k}\right] \xi_a + D_1 f \xi_a' + \dots + D_{\nu-1} f \xi_a^{(\nu-1)}.$$

Daher ergiebt sich aus Gleichung (3)

$$(6) \qquad \frac{d^i}{dx^i}\left[\frac{\partial(f\xi_a)}{\partial k}\right] = D_{i0} f\xi_a + D_{i1} f\xi_a' + \dots + D_{ii-1} f\xi_a^{(i-1)} + \left(D_{ii} f + \frac{\partial f}{\partial k}\right)\xi_a^{(i)} + D_{ii+1} f\xi_a^{(i+1)} + \dots + D_{i\nu-1} f\xi_a^{(\nu-1)}.$$

Setzen wir in (L_1) $t = f\xi_a$, so ergiebt sich

$$(7) \qquad H(f\xi_a) = f^2 \cdot H(\xi_a) = f^2 \frac{d}{dk} Z'(\xi_a).$$

Demnach ist auch $H(f\xi_a)$ von x unabhängig.

Nach Satz III Nr. 11 genügt $\xi_a + \xi_b$ der Gleichung (S_2), folglich ist auch $H(\xi_a + \xi_b)$ von x unabhängig, d. h. da

$$(8) \qquad H(\xi_a + \xi_b) = H(\xi_a) + H(\xi_b) + \frac{\partial H(\xi_a)}{\partial \xi_a}\xi_b + \frac{\partial H(\xi_a)}{\partial \xi_a'}\xi_b' + \dots + \frac{\partial H(\xi_a)}{\partial \xi_a^{(\nu-1)}}\xi_b^{(\nu-1)},$$

dass auch der Ausdruck

$$(9) \qquad \bar{H}(\xi_a, \xi_b) = \frac{\partial H(\xi_a)}{\partial \xi_a}\xi_b + \frac{\partial H(\xi_a)}{\partial \xi_a'}\xi_b' + \dots + \frac{\partial H(\xi_a)}{\partial \xi_a^{(\nu-1)}}\xi_b^{(\nu-1)}$$

von x unabhängig ist.

Nun sei g eine willkürliche Grösse, so ist

$$(10) \qquad H(f\xi_a + g\xi_b) = H(f\xi_a) + H(g\xi_b) + \bar{H}(f\xi_a, g\xi_b)$$

und

$$(11) \qquad \bar{H}(f\xi_a, g\xi_b) = fg\, \bar{H}(\xi_a, \xi_b).$$

Demnach ist auch $H(f\xi_a + g\xi_b)$ von x unabhängig. Hieraus ergiebt sich:

I. **Es wird $\mathbf{H}(t)$ von x unabhängig, wenn wir für t ein beliebiges Integral der Gleichung (H′) setzen.**

Setzen wir:

$$\mathbf{H}(t) = \gamma Z'(t) \tag{12}$$

und nehmen wir an dass, wie auch das Fundamentalsystem von Integralen der Gleichung (H′), welches einer Gleichung der Form (S_2) genügt, beschaffen sein möge, die Grösse γ von x unabhängig werde. Setzen wir

$$\Sigma_{\alpha\beta} \frac{\partial R_{\alpha\beta}}{\partial k} t^{(\alpha)} t^{(\beta)} = \psi(t). \tag{13}$$

$$\Sigma_{\alpha\beta} R_{\alpha\beta} [t^{(\beta)}(D_{\alpha 0} t + D_{\alpha 1} t' + \ldots + D_{\alpha\nu-1} t^{(\nu-1)}) + t^{(\alpha)}(D_{\beta 0} t + D_{\beta 1} t' + \ldots + D_{\beta\nu-1} t^{(\nu-1)})] = \chi(t), \tag{14}$$

so ist nach Gleichung (12)

$$\psi(t) + \chi(t) = \gamma Z'(t). \tag{15}$$

Für ein Fundamentalsystem $f\xi_a$, wo f eine von x unabhängige, dagegen von k abhängige Grösse bedeutet, tritt an die Stelle von Gleichung (3) die Gleichung (6), an die Stelle von $\chi(t)$ tritt daher

$$f\chi(t) + 2\frac{df}{dk} Z'(t).$$

Es tritt dann endlich $\mathbf{H}_1(t)$ an die Stelle von $\mathbf{H}(t)$, wo

$$\mathbf{H}_1(t) = \psi(t) + f\chi(t) + 2\frac{df}{dk} Z'(t). \tag{16}$$

Soll nun auch

$$\mathbf{H}_1(t) = \gamma_1 Z'(t) \tag{17}$$

und γ_1 von x unabhängig sein, so ergiebt sich

$$\psi(t) + f\chi(t) = \left(\gamma_1 - 2\frac{df}{dk}\right) Z'(t). \tag{18}$$

Aus den Gleichungen (15) und (18) folgt

$$\chi(t) = \lambda\psi(t), \tag{19}$$

wo

$$\lambda = \frac{(\gamma_1 - \gamma)\frac{dk}{df} - 2}{(\gamma f - \gamma_1)\frac{dk}{df} + 2}. \tag{20}$$

Diese Grösse λ muss von f unabhängig sein. Da auch γ die gleiche Eigenschaft besitzt, so erhalten wir demnach die Gleichung

$$\frac{d\gamma_1}{df} - \frac{1}{f-1}\gamma_1 + \frac{2(f-1)\frac{d^2k}{df^2} + 2\frac{dk}{df} + \gamma\left(\frac{dk}{df}\right)^2}{\left(\frac{dk}{df}\right)^2 (f-1)} = 0. \tag{21}$$

Ist nun beispielsweise f eine algebraische Function von k, so müsste γ_1 der Identität (17) zu Folge eine algebraische Function von f sein. Die Gleichung (21) ist aber nicht für jede Wahl von $\frac{dk}{df}$ als algebraische Function von f algebraisch integrirbar, daher ist unsere Voraussetzung, dass gleichzeitig die Identitäten (12) und (17) bestehen, unzulässig und wir erhalten den Satz

II. Man kann das Fundamentalsystem ξ_α so wählen, dass eine Identität der Form (12) nicht für einen von x unabhängigen Werth von γ erfüllt wird.

Aus dem Satze I ergiebt sich nach Satz I, Nr. 5:

III. Sei

$$(\mathrm{N}_1) \qquad M_1(t) = \frac{\partial \mathrm{H}}{\partial t^{(\nu-1)}} = T_0 t + T_1 t' + \ldots + T_{\nu-1} t^{(\nu-1)},$$

wo $T_0, T_1, \ldots T_{\nu-1}$ rationale Functionen von x, so ist identisch für jede Function t

$$(\mathrm{M}_1) \qquad \frac{d\mathrm{H}(t)}{dx} = M_1(t)\, H(t)\,.$$

Da nun nach Gleichung (M)

$$\frac{dZ'}{dt} = M(t)\, H(t)\,,$$

so folgt aus Satz II:

IV. Setzen wir

$$M_1(t) = \gamma M(t)\,,$$

so ist γ nicht von x unabhängig.

Nach dem Theoreme in Nr. 10 ergiebt sich demnach:

V. Wenn die Differentialgleichung (A) den Anforderungen (α) in Nr. 11 genügt, so ist die Gleichung (H'), also auch die Gleichung (H) reductibel.

Diese Eigenschaft ist für die specielle Differentialgleichung (A), welche den Anforderungen (α) in Nr. 11 genügt, eine fundamentale, wie insbesondere aus dem Beispiel, welches wir in den folgenden Nummern entwickeln wollen, hervorgeht.

14.

Zu den linearen Differentialgleichungen, welche die Anforderungen (α) in Nr. 11 befriedigen, gehören die Differentialgleichungen, welchen die Periodicitätsmoduln der hyperelliptischen Functionen genügen, die ich in Borchardt's Journal Bd. 71 S. 91 gegeben habe. Es wird

sich zeigen, dass die Relationen zwischen den Periodicitätsmoduln, welche zuerst Hr. Weierstrass[1] aus dem Satze von der Umkehrung von Parameter und Argument hergeleitet hat, sich als unmittelbare Folgerungen darstellen aus dem Satze von der Reductibilität (Satz V voriger Nummer), angewendet auf den Fall, dass die Gleichung (A) diejenige ist, welcher die Periodicitätsmoduln genügen.

Ist

$$(1) \qquad y = \frac{g(z)^2}{s}$$

wo

$$(2) \qquad s^2 = \phi(z, x)$$

$\phi(z, x)$ eine ganze rationale Function von z und x und zwar vom $(2n+1)$ten Grade in Bezug auf z, $g(z)$ eine rationale Function von z und x, welche nur für die Wurzeln der Gleichung

$$\phi(z, x) = 0$$

unendlich wird, so ist

$$(3) \qquad \frac{d^a y}{dx^a} = \sum_0^{2n-1}{}_b\, \mathfrak{K}_{ab} \frac{z^b}{s} + \frac{\partial}{\partial z}(X_a(z)s)^{3}$$

$\mathfrak{K}_{ab}$ sind von z unabhängige Grössen, welche sich rational aus den Coefficienten von $\phi(z, x)$ und von $g(z)$ zusammensetzen, $X_a(z)$ bedeutet eine rationale Function von z.

Ist w ein Periodicitätsmodul des Integrals

$$\int y\,dz$$

so genügt w als Function von x im Allgemeinen einer Differentialgleichung der $2n$ten Ordnung

$$(A_1) \qquad \mathfrak{Z}_{2n} \frac{d^{2n} w}{dx^{2n}} + \mathfrak{Z}_{2n-1} \frac{d^{2n-1} w}{dx^{2n-1}} + \ldots + \mathfrak{Z}_0 w = 0^{4}$$

wo die Verhältnisse der Grössen $\mathfrak{Z}_{2n}, \mathfrak{Z}_{2n-1}, \ldots \mathfrak{Z}_0$ rationale Functionen von x bedeuten.

I. Alle Differentialgleichungen der Form (A_1), welche einer willkürlichen Wahl der rationalen Function $g(z)$ entsprechen, gehören derselben Classe an.

Es sei z. B.

$$(4) \qquad g(z) = \alpha_0 + \alpha_1 z + \ldots + \alpha_{n-1} z^{n-1},$$

[1] Programm des Braunsberger Gymnasiums 1848/49.

[2] Wir setzen für unseren gegenwärtigen Gebrauch in meiner oben citirten Abhandlung z an Stelle von x, x an Stelle von u und $2n+1$ an Stelle von n.

[3] Siehe Borchardt's Journal Bd. 71, S. 107.

[4] A. a. O. S. 108.

wo $\alpha_0, \alpha_1 \ldots \alpha_{n-1}$ rationale Functionen von x bedeuten, alsdann ist

$$w = \eta$$

der Periodicitätsmodul des Integrals erster Gattung

$$\int \frac{g(z)}{s}\,dz$$

und es sei für diesen Fall nach Gleichung (A_1)

$$(A_2) \qquad \frac{d^{2n}\eta}{dx^{2n}} + p_1(x)\frac{d^{2n-1}\eta}{dx^{2n-1}} + \ldots + p_{2n}(x)\,\eta = 0.$$

Wir wollen beweisen, dass

$$(5) \qquad w = \phi_0\eta + \phi_1\eta' + \ldots + \phi_{2n-1}\eta^{(2n-1)},$$

wo $\phi_0, \phi_1, \ldots \phi_{2n-1}$ rationale Functionen von x und die oberen Accente Ableitungen nach x bedeuten.

Wenden wir die Gleichung (3) auf den Fall an, wo wir $g(z)$ nach Gleichung (4) bestimmt haben, und setzen daselbst successive $0, 1, 2, \ldots 2n-1$ für $\mathfrak{a}$, so erhalten wir ein System von Gleichungen, aus welchen wir im Allgemeinen herleiten können

$$(6) \qquad \frac{z^{\mathfrak{b}}}{s} = \mathfrak{L}_0 y + \mathfrak{L}_1\frac{\partial y}{\partial x} + \ldots + \mathfrak{L}_{2n-1}\frac{\partial^{2n-1}y}{\partial x^{2n-1}} + \frac{\partial}{\partial z}\big(\Psi_{\mathfrak{b}}(z)\,s\big),$$
$$\mathfrak{b} = 0, 1, 2, \ldots 2n-1,$$

wo $\mathfrak{L}_0, \mathfrak{L}_1, \ldots \mathfrak{L}_{2n-1}$ rationale Functionen von x und $\Psi_{\mathfrak{b}}(z)$ rationale Functionen von z bedeuten.

Integriren wir beide Seiten dieser Gleichung längs eines geschlossenen Umlaufs der Variabeln z, welcher den Periodicitätsmodul η liefert und bezeichnen den entsprechenden Periodicitätsmodul von

$$\int \frac{z^{\mathfrak{b}}}{s}\,dz$$

mit $\zeta_{\mathfrak{b}}$, so folgt aus Gleichung (6)

$$(7) \qquad \zeta_{\mathfrak{b}} = \mathfrak{L}_0\eta + \mathfrak{L}_1\frac{d\eta}{dx} + \ldots + \mathfrak{L}_{2n-1}\frac{d^{2n-1}\eta}{dx^{2n-1}}.$$

Nun ist nach Gleichung (3) für eine beliebige rationale Function $g(z)$, die nur für die Wurzeln der Gleichung $\phi(z, x) = 0$ unendlich wird,

$$(8) \qquad y = \frac{g(z)}{s} = \sum_{0}^{2n-1}{}_{\mathfrak{b}}\,\mathfrak{R}_{0\mathfrak{b}}\frac{z^{\mathfrak{b}}}{s} + \frac{\partial}{\partial z}\big(X_0(z)\,s\big).$$

Integriren wir diese Gleichung nach z längs derselben Curve, so folgt

$$(9) \qquad w = \Sigma_{\mathfrak{b}}\mathfrak{R}_{0\mathfrak{b}}\zeta_{\mathfrak{b}}.$$

Demnach ist nach Gleichung (7)

$$(10) \qquad w = \mathfrak{M}_0 \eta + \mathfrak{M}_1 \frac{d\eta}{dx} + \ldots + \mathfrak{M}_{2n-1} \frac{d^{2n-1}\eta}{dx^{2n-1}},$$

womit unser Satz bewiesen ist.

Es mögen nunmehr die Coefficienten von $\phi(z, x)$ und von $g(z)$ ganze rationale Functionen eines Parameters k sein (wir können als solchen z. B. einen Verschwindungswerth der Function $\phi(z, x)$ wählen), so genügt der Periodicitätsmodul des Integrals

$$\int \frac{\partial}{\partial k}\left(\frac{g(z)}{s}\right) dz$$

einer Differentialgleichung (A_1), derselbe ist daher in der Form (10) enthalten. Andererseits ist dieser Periodicitätsmodul, wenn wir $g(z)$ nach Gleichung (4) bestimmen, auch mit $\frac{\partial \eta}{\partial k}$ übereinstimmend. Demnach genügt η einer Gleichung der Form:

$$(11) \qquad \frac{\partial \eta}{\partial k} = A_0 \eta + A_1 \frac{d\eta}{dx} + \ldots + A_{2n-1} \frac{d^{2n-1}\eta}{dx^{2n-1}}.$$

Diese Gleichung bleibt bestehen, wenn für η irgend ein Periodicitätsmodul des Integrals

$$\int \frac{g(z)}{s} dz,$$

d. h. irgend ein Integral der Gleichung (A_2) eingesetzt wird. Wir erhalten also den Satz:

II. Die Differentialgleichung (A_2) genügt den Anforderungen (α) in Nr. 11.[1]

In meiner oben erwähnten Arbeit[2] habe ich gezeigt, dass die Coefficienten der zur Differentialgleichung (A_2) gehörigen Substitutionsgruppe von k unabhängige, nämlich wohlbestimmte, ganze Zahlen sind. Dieses ist also in vollkommener Übereinstimmung mit den Sätzen in Nr. 11 und 12.

15.

Bilden wir jetzt die Differentialgleichung (H′) für unsere Differentialgleichung (A_2)

$$(H_1') \qquad \frac{d^\nu t}{dx^\nu} + R_1(x) \frac{d^{\nu-1} t}{dx^{\nu-1}} + \ldots + R_\nu(x)\, t = 0,$$

[1] Ein Beispiel hiervon für den Fall der elliptischen Integrale habe ich bereits in Borchardt's Journal Bd. 83 S. 31 hervorgehoben und daselbst aus der entsprechenden Gleichung die Legendre'sche Relation zwischen den Perioden der Integrale erster und zweiter Gattung hergeleitet.

[2] Borchardt's Journal Bd. 71 S. 100.

so folgt aus dem Satze V, Nr. 13, dass (H_1') reductibel ist. Demnach ist auch die der Gleichung (H) entsprechende Differentialgleichung, welche wir aus (A_2) herstellen, reductibel. Dieselbe sei

$$(H_1) \qquad \frac{d^\nu u}{dx^\nu} + P_1(x)\frac{d^{\nu-1}u}{dx^{\nu-1}} + \ldots + P_\nu(x)u = 0\,.$$

Nach Satz II, Nr. 9 giebt es also in der zu (H_1) gehörigen Classe von Differentialgleichungen auch solche niedriger als νter Ordnung, d. h. wir können die rationalen Functionen von x, $\phi_0, \phi_1, \ldots \phi_{\nu-1}$ so bestimmen, dass

$$(1) \qquad w = \phi_0 u + \phi_1 u' + \ldots + \phi_{\nu-1}u^{(\nu-1)}$$

einer Differentialgleichung niedriger als νter Ordnung Genüge leistet. Drücken wir mit Hülfe des aus unserer Gleichung (A_2) herzustellenden Systems von Gleichungen (F) nämlich

$$(F_1) \qquad \frac{d^l u}{dx^l} = \psi_{l0}u_0 + \psi_{l1}u_1 + \ldots + \psi_{l\nu-1}u_{\nu-1}$$

die Ableitungen von u durch die Functionen $u_0, u_1, \ldots u_{\nu-1}$ aus, so erhält w die Form

$$(2) \qquad w = \psi_0 u_0 + \psi_1 u_1 + \ldots + \psi_{\nu-1}u_{\nu-1},$$

wo $\psi_0, \psi_1, \ldots \psi_{\nu-1}$ rationale Functionen von x bedeuten. Setzen wir in (2) an die Stelle von u_λ successive $u_{0\lambda}, u_{1\lambda}, \ldots u_{\nu-1\lambda}$ und bezeichnen die zugehörigen Werthe von w mit $w_0, w_1, \ldots w_{\nu-1}$, so ergiebt sich daraus, dass w einer Differentialgleichung niedriger als νter Ordnung Genüge leistet, dass $w_0, w_1, \ldots w_{\nu-1}$ Relationen der Form

$$(T) \qquad \gamma_0 w_0 + \gamma_1 w_1 + \ldots + \gamma_{\nu-1}w_{\nu-1} = 0$$

mit von x unabhängigen Coefficienten erfüllen.

Es sei

$$(3) \qquad \overset{\lambda}{v} = \chi_{\lambda 0}\eta + \chi_{\lambda 1}\eta' + \ldots + \chi_{\lambda\, 2n-1}\eta^{(2n-1)}, \qquad (\lambda = 1, 2, \ldots n)$$

wo $\chi_{\lambda\alpha}$ rationale Functionen von x bedeuten. Sind $\eta_1, \eta_2, \ldots \eta_{2n}$ die Periodicitätsmoduln des Integrals

$$\int \frac{g(z)}{s}\,dz$$

(wo $g(z)$ nach Gleichung (4) voriger Nummer bestimmt ist) an den $2n$ Querschnitten, so bilden dieselben im Allgemeinen ein Fundamentalsystem der Gleichung (A_2). Setzen wir in (3) η_l an Stelle von η, so möge der zugehörige Werth von $\overset{\lambda}{v}$ mit $\overset{\lambda l}{v}$ bezeichnet werden. Bilden wir nun mit den Grössen $\overset{\lambda l}{v}$ die Determinanten

$$\mathfrak{U}^{(0)}, \mathfrak{U}^{(1)}, \ldots \mathfrak{U}^{(\nu-1)}$$

mit je n^2 Elementen, indem wir in den Horizontalreihen $\lambda = 1, 2, \ldots n$ wählen, während die Verticalreihen für l successive die Zahlen einer Combination $n$ter Classe der Zahlenreihe $1, 2, \ldots 2n$ sind, so erhalten wir

(4) $$\mathfrak{U}^{(i)} = s_{i0} u_0 + s_{i1} u_1 + \ldots + s_{i\nu-1} u_{\nu-1},$$

wo $s_{i\tau}$ homogene alternirende Functionen von $\chi_{\lambda\alpha}$ der Ordnung n sind.

Bestimmen wir $\chi_{\lambda\alpha}$ so, dass

(5) $$s_{i0} = \psi_0, \; s_{i1} = \psi_1, \ldots s_{i\nu-1} = \psi_{\nu-1},$$

und sind $(\mathfrak{U})^{i\tau}$ die Werthe von $\mathfrak{U}^{(i)}$, welche aus (4) dadurch hervorgehen, dass $u_{\tau\lambda}$ an die Stelle von u_λ gesetzt wird, so folgt aus Gleichung (T) für diese Grössen eine Relation der Form

(T_1) $$\gamma_0 (\mathfrak{U})^{i0} + \gamma_1 (\mathfrak{U})^{i1} + , \ldots + \gamma_{\nu-1} \mathfrak{U}^{i\nu-1} = 0$$

mit von x unabhängigen Coefficienten.

Die weitere Ausführung dieser Rechnung, welche ich mir für eine spätere Mittheilung vorbehalte, ergiebt die oben bezeichneten Relationen zwischen den Periodicitätsmoduln der hyperelliptischen Integrale erster und zweiter Gattung in der Form wie sie Hr. Weierstrass gegeben hat.

(Fortsetzung folgt.)

Druckfehler-Berichtigung zur Mittheilung vom 1. November 1888.

S. 1123. Gleichung (2) rechter Hand -1 an Stelle von $+1$.
S. 1124. Formel (P') fehlt hinter dem Summenzeichen das Zeichen $\pm$.

Ein vollständiger Schädel des Megatherium.

Von H. Burmeister.

Buenos Aires, den 8. November 1888.

Die bisherigen Abbildungen vom Schädel des *Megatherium*, sowohl die ältesten von J. Garriga und J. B. Bry aus dem Jahre 1796 (Madrid, Fol.), welche von Cuvier (*Ossemens fossiles*, tom. V, 1re partie, pl. XVI, Fig. 1—4) wiederholt sind, als auch die späteren von Pander und d'Alton (Bonn 1821, Fol.), selbst die neueste von R. Owen (*Memoir on Megatherium*, London 1860, 4°. pl. XII—XIV) stellen die Nasenpartie am vorderen Ende als abgestutzt dar, mit weitem Zurückbleiben hinter dem lang vortretenden Ende des Zwischenkiefers und der diesem an Länge gleichen Kinnspitze des Unterkiefers; eine Eigenthümlichkeit der allseitig merkwürdigen Thiergestalt, welche um so auffallender ist, als die übrigens schmale, sehr in die Länge gezogene Form des ganzen Schädels einem solchen Ende der Nasenbeine gar nicht conform zu sein scheint, auch der dem *Megatherium* ähnlichsten Gattung *Scelidotherium* nicht entspricht, da bei ihr die Nasenbeine mit einer frei vorspringenden dreiseitigen Spitze enden, welche zwar etwas kürzer ist als das Ende des ebenfalls stark verlängerten Zwischenkiefers, aber dem stumpfen Endrande des *Megatherium*, als einer natürlichen Endform, widerstreitet.

Diese sich nothwendig aufdringende Vermuthung ist bisher von Niemandem ausgesprochen; um so mehr überraschte mich die Thatsache der wahrhaftigen Existenz einer ähnlichen freien Endspitze der Nasenbeine auch bei *Megatherium*, welche ein vollständig wohlerhaltener Schädel, dessen alleinigen Besitzes sich das hiesige National-Museum rühmen darf, gelehrt hat.

Anfang August's des laufenden Jahres wurden mehrere grosse Knochen von *Megatherium*, ein ganzer Humerus, ein dazu gehöriger Radius, verschiedene Wirbelkörper und zwei Zähne in's Museum gebracht, welche die Peone der *Estanzia Achiras*, im Besitz des Hrn. Felipe G. Senillosa, am Ufer des Rio Salado Sud aus dem Boden gehoben hatten, aber leider dabei mit wenig Sorgfalt zu Werke gegangen waren. Diese Knochen mussten, ihrem Umfange nach, von

einem ungewöhnlich grossen Individuum herstammen und lehrten durch ihre harte Textur, dass sie einem sehr alten, völlig ausgewachsenen Thiere angehörten; sie erregten eben deshalb meine besondere Aufmerksamkeit; ich wandte mich alsbald persönlich an Hrn. Senillosa, und der erbot sich sofort bereitwilligst zur Überlassung des Skelets an das National-Museum. Darauf hin beauftragte ich den Praeparator des Museums, sich mit seinem Gehülfen an Ort und Stelle zu begeben, um nach erlangter Erlaubniss des Grundherrn, die weitere Ausgrabung des angeblich noch im Boden steckenden übrigen Skelets zu leiten und dasselbe wohl verpackt in's Museum schaffen zu lassen.

Leider kam mein Auftrag zu spät; die Peone hatten ihre Arbeit, gegen das Gebot des Herrn, fortgesetzt und dabei Alles zertrümmert; das Museum erhielt nur eine grosse Kiste voll mehr als eintausend Knochenstücken, als den traurigen Resten eines unschätzbaren Ganzen, das auf diese Weise misshandelt worden war.

Noch schien indessen Hoffnung, einiges Werthvolle retten zu können; das Skelet lag, wie gewöhnlich bei diesen grossen Thieren, auf der schwereren rechten Seite des Körpers, diese nach unten gekehrt; die leichtere linke war nach oben gewendet und daher sie besonders stark zertrümmert; die andere schien noch grossentheils im Boden zu stecken; doch erlaubte der hoch angeschwollene Fluss, welcher aus seinen Ufern getreten war, und die Fundgrube überschwemmt hatte, keine weitere Untersuchung. Der Schädel war vor dem Skelet in die Tiefe des Schlammbodens gesunken und hatte seine untere Seite nach oben gewendet gehabt, daher der Unterkiefer und der Gaumen hinter ihm am meisten zerstört waren; unser Praeparator fand die ganze Schädeldecke noch wohlerhalten im weichen Schlamme des Flussufers und zog daran die vollständige Nasenspitze mit hervor, sie mir später, ihren hohen wissenschaftlichen Werth gehörig würdigend, als wohlverdiente Trophäe nach angestrengter Arbeit überbringend; ich war nicht wenig erstaunt, daran statt des abgestutzten Endrandes, eine freie, $4^1/_2$ Zoll lange Endspitze zu gewahren.

Mit den Arbeiten einer passenden Restauration zerbrochener fossiler Knochen wohl vertraut, — denn nach und nach sind Theile von sieben mehr oder weniger zertrümmerten *Megatherium*-Skeleten durch meine Hände gegangen —, machte ich mich unter Beistand des Praeparators und seines Gehülfen an's Werk, den Schädel wieder ganz herzustellen, und dies ist, seit Mitte August bis Mitte October, uns wohl gelungen; er steht jetzt wie unversehrt, auf passendem Eisengestell in Mannshöhe vor mir und zeigt ganz ähnliche Maasse wie die früher gemessenen Schädel. Ich will darum einige der wichtigsten Dimensionen in Metermaass hersetzen:

Ganze Länge der Schädelbasis, vom Rande des Zwischenkiefers bis zum Ende der Condyli occipitales	0m80
Länge der Strecke vor den Zähnen	0.23
Länge der Zahnreihe des Oberkiefers	0.24
Abstand der Choanen vom Foramen occipitale	0.26
Abstand der Nasenbeinspitze vom Occipitalrand	0.70
Länge des Jochbogens	0.40
Länge der Schnauze bis Foramen infraorbitale	0.30
Länge der Nasenbeine mit der freien Spitze	0.28
Länge des Unterkiefers, vom Kinnrand zum Condylus	0.62
Dessen Länge vom Vorderrand bis zum ersten Zahn	0.24
Länge der ganzen Zahnreihe	0.21
Höhe am Condylus	0.40
Höhe beider Schädeltheile zusammen	0.60

Im Einzelnen zeigt sich kein wesentlicher Unterschied zwischen unserem Schädel und den Bildern in Owen's Werk; nur die Schnauzenpartie weicht ab.

Es befindet sich zuvörderst am oberen Endrande des Zwischenkiefers bei unserem Schädel ein 4 Zoll hoher, an beiden Seiten 2 Zoll breiter, unten 1 Zoll dicker, oben nur 8 Linien haltender, etwas nach vorn geneigter, kammförmiger, knöcherner Aufsatz, welcher an seiner Basis fest mit der Substanz der Zwischenkieferhälften verwachsen ist, und seine stark poröse, fast schwammige Beschaffenheit lehrt, dass er als eine Verknöcherung des Nasenknorpels zu betrachten sei. Eine solche Verknöcherung scheint erst mit dem höheren Alter des Thieres einzutreten und nicht nur die vorderste Hauptstrecke des Nasenknorpels zu befallen, sondern auch einen Theil der Nasenhöhlenscheidewand, denn dieselbe ist an unserem Exemplar viel weiter nach vorn knöchern, als sie in Owen's Fig. 3 pl. XIV sich darstellt; sie tritt an unserem Schädel als dicke Knochenwand von stark poröser Beschaffenheit über die knöchernen Seitenwände der Nasenhöhle nach vorn hervor und erweitert sich an ihrem oberen Rande zu einer scharfen Seitenleiste an beiden Flächen hin beträchtlich. Diese obere viel breitere Strecke der Scheidewand trägt die hintere Hälfte der freien Nasenbeinspitze.

Letztere, die bisher unbekannte wesentlichste Eigenthümlichkeit der Nasenbeine unseres Schädels von *Megatherium*, besteht aus einer besonderen einfachen, nicht paarigen Knochenplatte, welche sich selbständig vor den eigentlichen Nasenbeinen gebildet hat und Anfangs offenbar ganz von ihnen getrennt war, daher im jugendlichen Alter leicht mit dem weichen Nasenknorpel und seinen häutigen Bedeckungen durch die eingetretene Fäulniss nach dem Tode des Thieres verloren gehen konnte. Aber mit zunehmendem Alter bildete sich die feste

Verbindung mittels einer Naht, welche diese freie Endplatte mit dem geraden Endrande der wirklichen Nasenbeine in innigen Zusammenhang bringt, denn so zeigt sich die Platte an unserem Schädel, insofern die stark gewellte Naht nur noch streckenweise als schwache Spur früherer Trennung erkennbar geblieben ist. Die Beschaffenheit der Platte lehrt übrigens, durch Übereinstimmung in ihrer Textur und Oberfläche mit den dahinter sitzenden, paarigen Nasenbeinen, dass sie wie diese entstand, und nicht aus Verknöcherung des Nasenknorpels sich gebildet hat. Sie ist, wie ich schon früher angab, $4^1/_2$ Zoll (12^{cm}) lang und hinten, wo sie an die Nasenbeine stösst, etwas über $2^1/_2$ Zoll (7^{cm}) breit; sie läuft mit allmählich geringerer Breite bis zur Hälfte ihrer Länge fort und bekommt hier, an jeder Seite, einen tiefen Randeinschnitt, wodurch die andere Endstrecke scharf von der ersten Partie sich absondert. Dies 5^{cm} lange, 6^{cm} etwas vor seiner Mitte breite Endstück hat völlig den Umriss der Herzform unserer Spielkarten, wird also, bald nach seiner anfänglichen Ausweiterung von beiden Seiten her schmäler und endet zuletzt mit ziemlich scharfer, dreiseitiger Spitze, woran sich auf der Unterfläche eine leichte Verdickung zeigt. Eben diese herzförmige Endhälfte der Nasendecke schwebt frei über dem Eingange der Nasenhöhle, ohne Stütze durch das Septum narium; dagegen wird die breitere basale Hälfte der Platte von der knöchernen Nasenscheidewand getragen und unterstützt.

Am Anfange hat die hintere Hälfte der Nasenspitze, in gleicher Höhe mit der Naht, welche sie an die paarigen Nasenbeine heftet, zwei dreiseitig vortretende Lappen neben sich, die aber von ihr durch einen tiefen, parabolischen Einschnitt des Endrandes der letzteren getrennt bleiben. Diese freien Knochenlappen gehören den wirklichen Nasenbeinen an und bilden deren äusserste vordere Seitenwinkel; sie sind auch in den ältesten Abbildungen des Schädels deutlich dargestellt und ragen an unserem Exemplar, gleich denen des Madrider, viel weiter hervor, als in den von Owen auf pl. XII und XIII gegebenen Figuren. An ihnen und den Seitenflächen der Nasenbeine haften, gegen das Innere der Nasenhöhle gewendet, die oberen Nasenmuscheln, welche deutlich an unserem Schädel sich in guter Beschaffenheit erhalten haben. Unter diesen Spitzen, mit denen die Nasenbeine abschliessen, tritt der zu den Oberkieferbeinen gehörige Rand der Nasenöffnung senkrecht auf, mit leichter Neigung nach hinten sich wendend und da wo er unten an den Zwischenkiefer sich anlehnt, bildet er eine zweite kleinere, scharf und frei nach oben vortretende Ecke, welche von einem freien, erhabenen, horizontalen Rande davor getragen wird. Da alle diese scharfen Ecken und erhabenen Leisten in den Bildern zu Owen's angeführter Schrift

fehlen, oder nur leicht angedeutet sind, so ist wohl anzunehmen, dass das Original seiner Figuren einem noch ziemlich jungen, vielleicht weiblichen Thiere angehöre, unser Exemplar dagegen, wie das Madrider, einem älteren, wahrscheinlich männlichen. Für die Jugend des von Owen untersuchten Schädels spricht auch das Loch mitten im Scheitel, da wo die Fontanelle zwischen Stirn- und Scheitelbeinen sich befunden haben muss, denn von einem ähnlichen Loch ist an unserem Schädel keine Spur mehr sichtbar.

Noch will ich darauf aufmerksam machen, dass die feine, ziemlich lange Knochenecke, welche der in Owen's Werk abgebildete Schädel auf pl. XII, Fig. 1 und pl. XIII, Fig. 3 an der rechten Orbitalecke trägt, an unserem Schädel, gleich wie dem Madrider, gänzlich fehlt und dass, weil sie auch an der anderen linken Seite des Londoner Schädels vermisst wird, sie offenbar nur als Verknöcherung von einem Theile des Bindegewebes angesehen werden kann, also als zufälliges Nebengebilde. Der Orbitalhöcker ist in normaler Beschaffenheit, eine stumpfe ziemlich starke Knochenerhebung, mit rauher Oberfläche, wie er auch an der anderen Seite des Londoner Schädels nach Owen's Figuren erscheint.

Schliesslich kann ich nicht umhin, zu erwähnen, dass mit diesem Jahre bald hundert seit der Entdeckung des ersten *Megatherium*-Skelets ablaufen; es geschah zur Zeit als der Marquis de Loretto Vicekönig in Buenos Aires war. Derselbe nahm lebhaften Antheil an dem Funde und beorderte eine Schwadron Husaren zur Stelle, welche Tag und Nacht um die Grube, worin das Skelet enthalten war, herumreiten mussten, um bei Tage die Menschen, bei Nacht das Hornvieh davon abzuhalten.

Über Strahlen elektrischer Kraft.

Von Prof. Dr. H. Hertz
in Karlsruhe.

(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz.)

Unmittelbar nachdem es mir geglückt war zu erweisen, dass sich die Wirkung einer elektrischen Schwingung als Welle in den Raum ausbreitet, habe ich Versuche angestellt, diese Wirkung dadurch zusammenzuhalten und auf grössere Entfernungen bemerkbar zu machen, dass ich den erregenden Leiter in der Brennlinie eines grösseren parabolischen Hohlspiegels aufstellte. Diese Versuche führten nicht zum Ziel und ich konnte mir auch klar machen, dass der Misserfolg nothwendig bedingt war durch das Missverhältniss, welches zwischen der Länge der benutzten Wellen, $4-5^m$, und den Dimensionen bestand, welche ich dem Hohlspiegel im besten Falle zu geben im Stande war. Neuerdings habe ich nun bemerkt, dass sich die von mir beschriebenen Versuche noch ganz wohl mit Schwingungen anstellen lassen, welche mehr als zehnmal schneller, und mit Wellen, welche mehr als zehnmal kürzer sind, als die zuerst aufgefundenen. Ich bin deshalb auf die Benutzung von Hohlspiegeln zurückgekommen und habe nunmehr besseren Erfolg gehabt, als ich zu hoffen wagte. Es gelang mir, deutliche Strahlen elektrischer Kraft zu erzeugen und mit denselben die elementaren Versuche anzustellen, welche man mit dem Lichte und der strahlenden Wärme auszuführen gewohnt ist. Über diese Versuche soll in Folgendem berichtet werden.

Die Apparate.

Die Methode, nach welcher kurze Wellen erregt werden, ist die gleiche, nach welcher wir auch längere erregten. Der benutzte primäre Leiter wird am einfachsten beschrieben in folgender Weise: Man denke sich einen cylindrischen Messingkörper von 3^{cm} Durchmesser und 26^{cm} Länge in der Mitte seiner Länge unterbrochen durch eine Funkenstrecke, deren Pole beiderseits durch Kugelflächen von 2^{cm} Radius gebildet werden. Die Länge des Leiters wird nahezu der

halben Wellenlänge gleich sein, welche der zugehörigen Schwingung in geraden Drähten entspricht; schon hieraus kann man ein angenähertes Urtheil über die Schwingungsdauer gewinnen. Es ist wesentlich, dass die Polflächen der Funkenstrecke häufig neu polirt und während der Versuche vor der Belichtung durch gleichzeitige Seitenentladungen sorgfältig geschützt werden, es versagen sonst die Schwingungen. Der Anblick und der Klang der Funken lässt stets erkennen, ob die Funkenstrecke in genügendem Zustand ist. Die Entladung wird den beiden Hälften des Leiters zugeführt durch zwei dick mit Guttapercha überzogene Drähte, welche nahe der Funkenstrecke zu beiden Seiten derselben münden. Als Inductorium verwandte ich nicht mehr den grossen Rühmkorff'schen Apparat, sondern mit Vortheil einen kleinen Funkengeber von Keiser & Schmidt, dessen stärkste Leistung Funken von $4^{cm}5$ Länge zwischen Spitzen war. Er wurde durch drei Accumulatoren getrieben und konnte dabei zwischen den Kugelflächen des primären Leiters Funken von $1-2^{cm}$ Länge geben. Zu den Versuchen wurde dann die Funkenstrecke auf eine Länge von 3^{mm} zusammengeschoben.

Der Nachweis der elektrischen Kräfte im Raum geschah auch hier mit Hülfe der feinen Funken, welche dieselben in einem secundären Leiter auftreten lassen. Zum Theil diente wie früher ein in sich selber drehbarer Kreis, welcher mit dem primären Leiter ungefähr gleiche Schwingungsdauer hatte. Derselbe hatte jetzt nur $7^{cm}5$ Durchmesser und war aus einem Kupferdraht von 1^{mm} Dicke gebildet. Das eine Ende des Drahtes trug eine polirte Messingkugel von einigen Millimetern Durchmesser, das andere Ende war zugespitzt und wurde durch eine von dem Drahte isolirte feine Schraube auf äusserst kleine Abstände von der Messingkugel eingestellt. Es handelt sich begreiflicherweise stets nur um Fünkchen von einigen Hundertsteln Millimeter Länge und man urtheilt bei einiger Übung mehr nach der Helligkeit der Funken als nach ihrer Länge.

Der kreisförmige Leiter giebt nur eine Differenzwirkung und ist ungeeignet, in der Brennlinie eines Hohlspiegels angebracht zu werden, es wurde deshalb hauptsächlich gearbeitet mit einem anderen secundären Leiter von folgender Einrichtung: Zwei gerade Drahtstücke von 50^{cm} Länge und 5^{mm} Durchmesser waren in einer und derselben Geraden so angeordnet, dass die einander zugekehrten Endpunkte einen Abstand von 5^{cm} hatten. Von diesen Endpunkten führten zwei 15^{cm} lange, 1^{mm} starke Drähte parallel mit einander und senkrecht zu den erstgenannten Drähten zu einer Funkenstrecke, welche ähnlich eingerichtet war, wie die des kreisförmigen Leiters. In diesem Leiter war auf die Wirkung der hier überhaupt wenig hervortretenden Resonanz

verzichtet. Es wäre einfacher gewesen, die Funkenstrecke unmittelbar in der Mitte des geraden Drahtes anzubringen, aber die Funkenstrecke hätte alsdann nicht im Brennpunkt des Hohlspiegels gehandhabt und beobachtet werden können, ohne dass der Beobachter die Öffnung des Spiegels verdeckt hätte. Aus diesem Grunde war die beschriebene Anordnung einer an sich vortheilhafteren vorgezogen.

Die Erzeugung des Strahles.

Stellt man nun die primäre Schwingung in einem grösseren freien Raume auf, so kann man mit Hülfe des kreisförmigen Leiters in ihrer Nachbarschaft alle diejenigen Erscheinungen in verkleinertem Maassstabe wahrnehmen, welche ich früher in der Nachbarschaft einer grösseren Schwingung beobachtet und beschrieben habe.[1] Die grösste Entfernung, bis zu welcher sich in den secundären Leitern noch Funken wahrnehmen lassen, beträgt $1^{\mathrm{m}}.5$, bei günstigem Zustand der primären Funkenstrecke auch wohl 2^{m}. Die Wirkung nach einer Seite wird verstärkt, wenn auf der entgegengesetzten Seite der primären Schwingung eine ebene leitende Wand parallel der Schwingung in passendem Abstand aufgestellt wird. Wird allerdings der Abstand sehr klein oder etwas grösser als 30^{cm} gewählt, so wirkt die Wand schädlich, sie wirkt kräftig fördernd bei $8-15^{\mathrm{cm}}$ Abstand, schwach fördernd bei 45^{cm} Abstand und ist einflusslos bei grösseren Abständen. Wir haben diese Erscheinung bereits früher gedeutet und schliessen aus derselben, dass die der primären Schwingung entsprechende Welle in der Luft eine halbe Wellenlänge von etwa 30^{cm} hat. Eine weitergehende Verstärkung dürfen wir erwarten, wenn wir die ebene Wand ersetzen durch einen Hohlspiegel von der Gestalt eines parabolischen Cylinders, in dessen Brennlinie die Längsaxe der primären Schwingung fällt. Soll der Hohlspiegel die Fernwirkung recht concentriren, so ist es vortheilhaft seine Brennweite so klein als möglich zu wählen. Soll aber nicht die directe Welle die Wirkung der reflectirten sogleich wieder aufheben, so darf die Brennweite auch nicht viel weniger als ein Viertel Wellenlänge betragen. Ich wählte deshalb als Brennweite $12\frac{1}{2}^{\mathrm{cm}}$ und stellte den Hohlspiegel her, indem ich ein Zinkblech von 2^{m} Länge, 2^{m} Breite und $\frac{1}{2}^{\mathrm{mm}}$ Dicke über einem Holzgestell von genauer Krümmung in die gewünschte Gestalt bog. Die Höhe des Spiegels ergab sich so zu 2^{m}, die Breite seiner Öffnung zu $1^{\mathrm{m}}.2$, seine Tiefe zu $0^{\mathrm{m}}.7$. Die primäre Schwingung wurde im Mittelpunkt der Brennlinie befestigt.

[1] H. HERTZ, WIEDEMANN's Annalen, Bd. 34, S. 155, 551, 609.

Die Drähte, welche die Entladung zuführten, liess ich den Spiegel durchsetzen; das Inductorium und die Elemente befanden sich demnach hinter dem Spiegel und störten nicht. Untersuchen wir nun wieder die Nachbarschaft der Schwingung mit unseren Leitern, so finden wir hinter dem Spiegel und seitwärts desselben überhaupt keine Wirkung, in der Richtung der optischen Axe des Spiegels aber bleiben die Funken wahrnehmbar bis zu Abständen von 5—6^{m}. Bis auf weitere Abstände, nämlich bis etwa 9—10^{m}, können die Funken wahrgenommen werden in der Nähe einer ebenen leitenden Wand, welche wir senkrecht den fortschreitenden Wellen entgegenstellen. Es verstärken nämlich die von der Wand zurückgeworfenen Wellen die ankommenden in gewissen Punkten. In anderen Punkten wiederum schwächen die beiden Wellen einander. Man nimmt vor der ebenen Wand mit dem geradlinigen Leiter sehr deutliche Maxima und Minima und in dem kreisförmigen Leiter die für stehende Wellen charakteristischen Interferenzerscheinungen wahr, welche ich früher beschrieben habe. Ich war im Stande, vier Knotenpunkte zu unterscheiden, welche in die Wand, in 33^{cm}, in 65^{cm} und in 98^{cm} Abstand von derselben fielen. Mit grosser Annäherung beträgt also die halbe Wellenlänge der benutzten Wellen 33^{cm} und ihre Schwingungsdauer 1.1 Tausendmilliontel der Secunde, unter Voraussetzung der Lichtgeschwindigkeit für die Geschwindigkeit der Ausbreitung. In Drähten ergab die Schwingung eine Wellenlänge von 29^{cm}. Es erscheint also auch bei diesen kurzen Wellen die Geschwindigkeit in Drähten ein weniges geringer als die Geschwindigkeit im Luftraum, aber das Verhältniss beider Geschwindigkeiten kommt dem theoretischen Werthe Eins äusserst nahe und weicht davon nicht entfernt so stark ab, als unsere Versuche es für längere Wellen wahrscheinlich machten. Diese auffallende Erscheinung bedarf noch der Aufklärung. Da sich die Erscheinungen lediglich in der Nähe der optischen Axe des Spiegels zeigen, so bezeichnen wir das erzeugte Gebilde als einen aus dem Hohlspiegel austretenden elektrischen Strahl.

Ich stellte nun einen zweiten, dem ersten genau gleichen Hohlspiegel her und brachte den geradlinigen secundären Leiter so in demselben an, dass die beiden 50^{cm} langen Drähte in die Brennlinie fielen, die beiden zur Funkenstrecke führenden Drähte aber auf dem kürzesten Wege die Wandung des Spiegels isolirt durchsetzten. Die Funkenstrecke befand sich alsdann unmittelbar hinter dem Spiegel und der Beobachter konnte sie einstellen und betrachten, ohne den Lauf der Wellen zu stören. Ich vermuthete, dass, wenn ich mit dieser Vorrichtung den Strahl auffinge, ich denselben noch auf grössere Entfernungen würde wahrnehmen können und ich fand, dass

ich mich nicht getäuscht hatte. In den Räumen, welche mir zu Gebote standen, konnte ich nunmehr die Funken von einem Ende zum anderen wahrnehmen. Die grösste Entfernung, bis zu welcher ich unter Benutzung einer Thüröffnung den Strahl verfolgte, betrug 16^m; nach den Ergebnissen der sogleich zu besprechenden Reflexionsversuche unterliegt es aber keinem Zweifel, dass in offenen Räumen sich mindestens bis zu 20^m müssen Funken erhalten lassen. Für die weiteren Versuche sind so grosse Entfernungen nicht nöthig und es ist angenehm, wenn der secundäre Funkenstrom nicht allzu schwach ausfällt; eine Entfernung von 6—10^m ist für die meisten Versuche die vortheilhafteste. Wir wollen jetzt die einfachen Erscheinungen durchgehen, welche sich ohne Schwierigkeit an dem Strahl vorweisen lassen. Wo nicht das Gegentheil ausdrücklich bemerkt ist, werden stets die Brennlinien beider Spiegel als vertical gestellt angenommen.

Geradlinige Ausbreitung.

Stellt man in die gerade Verbindungslinie der Spiegel senkrecht zur Richtung des Strahles einen Schirm von Zinkblech von 2^m Höhe und 1^m Breite, so verlöschen die secundären Funken vollständig. Einen ebenso vollkommenen Schatten giebt ein Schirm von Stanniol oder von Goldpapier. Ein Gehülfe, welcher den Strahl kreuzt, lässt die secundäre Funkenstrecke dunkel werden, sobald er in den Raum des Strahles eintritt und lässt dieselbe wieder aufleuchten, sobald er den Raum des Strahles verlässt. Isolatoren halten den Strahl nicht auf, durch eine Holzwand oder eine hölzerne Thür geht er hindurch, man sieht nicht ohne Verwunderung im Innern geschlossener Zimmer die Funken auftreten. Stellt man zwei leitende Schirme von 2^m Höhe und 1^m Breite symmetrisch rechts und links neben den Strahl senkrecht zu dessen Richtung auf, so beeinträchtigen dieselben die secundären Funken durchaus nicht, so lange die Breite des Spaltes, welchen sie zwischen sich lassen, nicht kleiner wird, als die Öffnung der Spiegel, nämlich als $1^m.2$. Wird der Spalt enger gemacht, so nehmen die Funken ab und verlöschen, wenn die Breite des Spaltes unter $0^m.5$ sinkt. Wird die Breite des Spaltes auf $1^m.2$ belassen, aber derselbe seitlich aus der geraden Verbindungslinie der Spiegel verschoben, so erlöschen die Funken ebenfalls. Dreht man die optische Axe des gebenden Spiegels nach rechts oder links um etwa 10° aus der richtigen Lage, so werden die secundären Funken schwach, bei einer Drehung um etwa 15° verlöschen sie.

Eine geometrisch scharfe Grenze hat der Strahl und haben die Schatten nicht, leicht kann man Erscheinungen hervorrufen, welche einer Beugung entsprechen. Maxima und Minima am Rande der Schatten zu beobachten ist mir indessen bisher nicht gelungen.

Polarisation.

Dass unser Strahl durch Transversalschwingungen gebildet wird und geradlinig polarisirt im Sinne der Optik ist, daran haben wir freilich schon nach der Art, in welcher wir ihn erzeugen, keinen Zweifel. Wir können die Thatsache aber auch durch den Versuch erweisen. Drehen wir unseren empfangenden Spiegel um den Strahl als Axe, bis seine Brennlinie und somit auch der secundäre Leiter in die horizontale Lage gelangt, so verschwinden die secundären Funken mehr und mehr und wir erhalten bei gekreuzter Lage der beiden Brennlinien keine Funken, selbst wenn wir die Spiegel auf geringe Entfernung zusammenrücken. Die beiden Spiegel verhalten sich wie Polarisator und Analysator eines Polarisationsapparates. Ich liess nun einen achteckigen Holzrahmen von 2^{m} Höhe und 2^{m} Breite herstellen und denselben mit Kupferdrähten von 1^{mm} Dicke bespannen, alle Drähte waren einander parallel und jeder stand von seinen Nachbarn um 3^{cm} ab. Wurden nun die beiden Spiegel mit parallelen Brennlinien aufgestellt und der Drahtschirm senkrecht zum Strahl so in denselben eingeschoben, dass die Richtung der Drähte die Richtung der Brennlinien senkrecht kreuzte, so beeinträchtigte der Schirm die secundären Funken so gut wie gar nicht. Wurde aber der Schirm dem Strahl in solcher Weise entgegengestellt, dass seine Drähte den Brennlinien parallel waren, so fing er den Strahl vollständig ab. In Hinsicht der hindurchgehenden Energie verhält sich also der Schirm gegen unseren Strahl genau wie eine Turmalinplatte gegen einen geradlinig polarisirten optischen Strahl. Es wurde nun wieder die Brennlinie des empfangenden Spiegels horizontal gelegt, Funken traten dann, wie erwähnt, nicht auf. Solche Funken wurden auch durch das Einschieben des Schirmes in den Strahl nicht hervorgerufen, sobald die Drähte desselben horizontal oder vertical gerichtet waren. Wurde aber der Holzrahmen so aufgestellt, dass die Drähte in einer der beiden möglichen Lagen unter 45° gegen die Horizontale geneigt waren, so wurde durch Einschiebung des Schirmes die secundäre Funkenstrecke sogleich erhellt. Offenbar zerlegt der Schirm die ankommende Schwingung in zwei Componenten und lässt nur diejenige Componente hindurch, welche auf der Richtung seiner Drähte senkrecht steht. Diese Componente ist nun unter 45° gegen die Brenn-

linie des zweiten Spiegels geneigt und vermag, nochmals durch den Spiegel zerlegt, auf den secundären Leiter zu wirken. Die Erscheinung ist vollkommen gleichartig der Aufhellung des dunkelen Feldes zweier gekreuzten Nicols durch eine in passender Lage eingeschobene Turmalinplatte.

Es sei in Hinsicht der Polarisation noch die folgende Bemerkung gestattet: Mit den in der gegenwärtigen Untersuchung benutzten Mitteln vermögen wir nur die elektrische Kraft wahrzunehmen. Die Schwingungen derselben erfolgen bei verticaler Stellung der primären Schwingung unzweifelhaft in der durch den Strahl gelegten Verticalebene und fehlen in der Horizontalebene. Nach den Erfahrungen, welche wir an langsam veränderlichen Strömen machen, können wir aber nicht zweifeln, dass die elektrischen Schwingungen begleitet sind von Schwingungen magnetischer Kraft, welche in der durch den Strahl gelegten Horizontalebene stattfinden und Null werden in der Verticalebene. Die Polarisation des Strahles besteht also nicht sowohl darin, dass nur in der Verticalebene Schwingungen stattfänden, als vielmehr darin, dass die Schwingungen in der Verticalebene elektrischer, in der Horizontalebene magnetischer Natur sind. Die Frage schlechthin, in welcher von beiden Ebenen in unserem Strahl die Schwingung erfolge, ohne Angabe, ob man nach der elektrischen oder der magnetischen Schwingung frage, lässt eine Antwort nicht zu. Dass in dieser Überlegung auch die Resultatlosigkeit einer alten optischen Streitfrage begründet sei, ist wohl zuerst klar von Hrn. Kolaček[1] ausgesprochen worden.

Reflexion.

Wir haben die Reflexion der Wellen von leitenden Flächen bereits durch die Interferenz der zurückgeworfenen Wellen mit den ankommenden nachgewiesen und auch in der Construction unserer Hohlspiegel bereits angewandt. Jetzt ist es uns aber auch möglich, die beiden Wellensysteme von einander zu trennen. Ich stellte zunächst in einem grösseren Raume die beiden Hohlspiegel so neben einander, dass ihre Öffnungen nach derselben Seite blickten und dass ihre Axen auf einen etwa 3^m vor ihnen liegenden Punkt convergirten. Die Funkenstrecke des empfangenden Spiegels blieb selbstredend dunkel. Nunmehr stellte ich eine ebene verticale Wand aus dünnem Zinkblech vom 2^m Höhe und 2^m Breite im Kreuzungspunkt der Axen so auf, dass sie senkrecht auf der Mittellinie der Axen stand. Ich erhielt einen lebhaften Funkenstrom, herrührend von dem von der Wand

[1] F. Kolaček, Wiedemann's Annalen, Bd. 34 S. 676.

reflectirten Strahle. Der Funkenstrom erlosch, sobald die Wand um eine verticale Axe um etwa 15° nach der einen oder anderen Seite aus der richtigen Lage herausgedreht wurde, die Reflexion ist also eine regelmässige, nicht eine diffuse. Wurde die Wand von den Spiegeln entfernt, indem die Axen der letzteren auf die Wand convergent gehalten wurden, so nahmen die Funken sehr langsam ab. Ich vermochte noch Funken wahrzunehmen, als die Wand 10m von den Spiegeln abstand, die Wellen also einen Weg von 20m zu durchlaufen hatten. Diese Anordnung dürfte mit Vortheil verwandt werden, wenn es gilt, die Ausbreitungsgeschwindigkeit durch die Luft mit anderen langsameren Fortpflanzungsgeschwindigkeiten, z. B. solchen durch Kabel, zu vergleichen.

Um eine Reflexion des Strahles unter einem von Null verschiedenen Einfallswinkel herzustellen, führte ich den Strahl in einem Saale parallel einer Seitenwand, welche durch eine Flügelthür durchbrochen war. In dem benachbarten Zimmer, zu welchem die Thür führte, stellte ich den empfangenden Hohlspiegel so auf, dass seine optische Axe die Mitte der Thür durchsetzte und senkrecht die Richtung des Strahles kreuzte. Wurde nun im Kreuzungspunkte die ebene leitende Wand vertical so aufgestellt, dass sie sowohl mit dem Strahl, als mit der Axe des empfangenden Spiegels einen Winkel von 45° bildete, so trat im secundären Leiter ein Funkenstrom auf, welcher auch durch das Schliessen der Thüre nicht unterbrochen wurde. Drehte ich die spiegelnde Wand um etwa 10° aus der richtigen Lage, so erloschen die Funken. Die Reflexion ist also eine regelmässige und Einfalls- und Reflexionswinkel sind einander gleich. Dass der Weg der Wirkung von der Quelle der Erregung zum ebenen Spiegel und von dort zum secundären Leiter führt, konnte auch dadurch erwiesen werden, dass man auf die verschiedenen Punkte dieses Weges schattengebende Schirme stellte. Die secundären Funken erloschen alsdann stets; während eine beliebige Aufstellung der Schirme im übrigen Raume sie nicht schädigte. Mit Hülfe des kreisförmigen secundären Leiters ist es möglich, im Strahl die Lage der Wellenebene zu bestimmen, dieselbe fand sich vor und nach der Reflexion senkrecht zum Strahl, hatte also in der Reflexion eine Schwenkung um 90° ausgeführt.

Bisher standen die Brennlinien der Hohlspiegel vertical und die Schwingungsebene war also senkrecht auf der Einfallsebene. Um auch eine Reflexion zu erzeugen, bei welcher die Schwingungen in der Einfallsebene erfolgen, legte ich die Brennlinien beider Hohlspiegel horizontal. Ich beobachtete die gleichen Erscheinungen wie in der bisherigen Lage und vermochte auch nicht einen Unterschied in der

Intensität des reflectirten Strahles in beiden Fällen wahrzunehmen. Ist hingegen die Brennlinie des einen der Spiegel vertical, die des anderen horizontal, so beobachtet man keine secundären Funken. Die Neigung der Schwingungsebene gegen die Einfallsebene wird also durch die Reflexion nicht geändert, sobald diese Neigung einen der beiden erwähnten bevorzugten Werthe hat; allgemein aber wird diese Behauptung nicht zutreffen. Es darf selbst als fraglich bezeichnet werden, ob der Strahl nach der Reflexion im Allgemeinen noch geradlinig polarisirt sei. Die Interferenzen, welche die sich kreuzenden Wellensysteme vor dem Spiegel bilden, und welche, wie ich bemerkte, in dem kreisförmigen Leiter zu charakteristischen Erscheinungen Anlass geben, können vielleicht am ehesten auf die dem Optiker geläufigen Fragen nach Änderung der Phase und der Amplitude durch die Reflexion Aufschluss geben.

Wir erwähnen noch eines Versuches über die Reflexion von elektrisch anisotropen Flächen. Die beiden Hohlspiegel wurden wieder neben einander aufgestellt wie in dem zuerst beschriebenen Versuch über die Reflexion; ihnen gegenüber aber wurde jetzt als reflectirende Wand der erwähnte Schirm aus parallelen Kupferdrähten aufgestellt. Es zeigte sich, dass die secundäre Funkenstrecke dunkel blieb, wenn die Drähte die Richtung der Schwingungen senkrecht durchschnitten, sich aber erhellte, sobald die Drähte in die Richtung der Schwingungen fielen. Die Analogie zwischen unserer einseitig leitenden Fläche und der Turmalinplatte beschränkt sich also auf den durchgelassenen Theil des Strahles. Der nicht hindurchgelassene Theil wird von der Turmalinplatte absorbirt, von unserer Fläche aber reflectirt. Kreuzt man in dem letztbeschriebenen Versuch die Brennlinien der beiden Spiegel, so kann man durch Reflexion an einer isotropen Wand keine Funken im secundären Leiter hervorrufen; ich überzeugte mich aber, dass dies gelingt durch Reflexion an dem anisotropen Drahtgitter, wenn man nämlich dasselbe so aufstellt, dass die Richtung seiner Drähte gegen beide Brennlinien unter 45° geneigt ist. Der Versuch findet nach dem Vorausgegangenen leicht seine Erklärung.

Brechung.

Um zu versuchen, ob eine Brechung des Strahles beim Übertritt aus Luft in ein anderes isolirendes Medium nachzuweisen wäre, liess ich ein grösseres Prisma aus sogenanntem Hartpech, einer asphaltartigen Masse, herstellen. Die Grundfläche war ein gleichschenkliges Dreieck von $1^{m}.2$ Schenkellänge und einem brechenden Winkel von nahezu 30°. Die Höhe des ganzen Prisma's, dessen brechende Kante vertical gestellt

wurde, betrug $1^{m}5$. Da das Prisma aber ungefähr 12 Centner wog und als Ganzes zu schwer beweglich gewesen wäre, so war es aus drei über einander gestellten Theilen von je $0^{m}5$ Höhe zusammengesetzt. Die Masse war in Holzkisten eingegossen, welche, da sie sich nicht als schädlich erwiesen, um die Masse belassen wurden. Das Prisma wurde auf einer Unterlage in solcher Höhe aufgestellt, dass die Mitte seiner brechenden Kante in gleicher Höhe mit der primären und der secundären Funkenstrecke lag. Nachdem ich mich überzeugt, dass eine Brechung stattfinde und eine Schätzung über die Grösse derselben gewonnen hatte, stellte ich die Versuche in folgender Weise an: Der gebende Hohlspiegel wurde in $2^{m}6$ Abstand vom Prisma gegen die eine brechende Fläche gewandt, so aufgestellt, dass die Mittellinie des Strahles möglichst genau auf den Schwerpunkt des Prisma's hinzielte und die brechende Fläche von der Seite der Hinterfläche her unter einem Winkel von 65° traf. Neben die brechende Kante des Prisma's und neben die gegenüberliegende Seite wurden zwei leitende Schirme aufgestellt, welche dem Strahl jeden anderen Weg, als den durch das Prisma abschnitten. Auf der Seite des durchgetretenen Strahles wurde auf den Boden um den Schwerpunkt der Prismenbasis als Mittelpunkt ein Kreis von $2^{m}5$ Radius gezeichnet. In diesem wurde nun der empfangende Spiegel so herumbewegt, dass seine Öffnung beständig gegen den Mittelpunkt des Kreises gerichtet blieb. Wurde der Spiegel zunächst in der Verlängerung des einfallenden Strahles aufgestellt, so waren in ihm Funken nicht zu erhalten, nach dieser Richtung warf das Prisma einen vollkommenen Schatten. Es traten aber Funken auf, wenn der Spiegel gegen die Hinterfläche des Prisma's hin verschoben wurde und zwar zuerst, wenn die im Kreise gemessene Winkelverschiebung aus der Anfangslage etwa 11° betrug. Der Funkenstrom nahm an Intensität zu bis zu einer Ablenkung von etwa 22°, um dann wieder abzunehmen. Die letzten Funken waren bemerklich bei einer Ablenkung von etwa 34°. Wurde der Spiegel in der Richtung der stärksten Wirkung aufgestellt und nun auf dem Radius des Kreises vom Prisma entfernt, so konnten die Funken auf einen Abstand von 5—6^{m} verfolgt werden. Ein Gehülfe, welcher sich vor oder hinter das Prisma stellte, liess die Funken unfehlbar verlöschen, ein Beweis, dass die Wirkung thatsächlich durch das Prisma, nicht auf anderem Wege zu dem secundären Leiter gelangte. Die Versuche wurden wiederholt, nachdem ohne die Stellung des Prisma's zu ändern, die Brennlinien beider Spiegel horizontal gelegt worden waren. Eine Abweichung von den bisher beschriebenen Erscheinungen wurde dabei nicht bemerkt. Einem brechenden Winkel von 30° und einer Ab-

lenkung von 22° in der Nähe des Minimums der Ablenkung entspricht der Brechungsexponent 1.69. Der optische Brechungsexponent wird für pechartige Körper zwischen 1.5 und 1.6 angegeben. Die Ungenauigkeit unserer Bestimmung und die Unreinheit des benutzten Stoffes lässt nicht zu, dass man der Grösse oder dem Sinn der Abweichung weitergehende Bedeutung beilege.

Wir haben die von uns untersuchten Gebilde als Strahlen elektrischer Kraft eingeführt. Nachträglich dürfen wir dieselben vielleicht auch als Lichtstrahlen von sehr grosser Wellenlänge bezeichnen. Mir wenigstens erscheinen die beschriebenen Versuche in hohem Grade geeignet, Zweifel an der Identität von Licht, strahlender Wärme und elektrodynamischer Wellenbewegung zu beseitigen. Ich glaube, dass man nunmehr getrost die Vortheile wird ausnutzen dürfen, welche sich aus der Annahme dieser Identität sowohl für das Gebiet der Optik als das der Elektricitätslehre ziehen lassen.

Karlsruhe, im December 1888.

Calorimetrische Untersuchungen an Säugethieren.

Von I. Rosenthal
in Erlangen.

(Vorgelegt von Hrn. E. du Bois-Reymond.)

I.

Im Jahre 1780 legte Lavoisier der französischen Akademie eine Abhandlung vor, in welcher er zu beweisen suchte, dass die thierische Wärme durch Verbrennung einer im Thierkörper enthaltenen Kohlenstoffverbindung mit Hülfe des eingeathmeten Sauerstoffs erzeugt werde. Er brachte ein Meerschweinchen in das von Laplace und ihm erfundene Eiscalorimeter und maass die von dem Thier in einer bestimmten Zeit abgegebene Wärme. Er brachte sodann dasselbe Thier unter eine Glasglocke und bestimmte die von ihm in gleicher Zeit abgegebene CO_2. Er fand, dass die vom Thier producirte Wärme um etwa 5 Procent höher war als die, welche von brennbaren, kohlenstoffhaltigen Stoffen bei gleicher CO_2-Menge producirt wird. In Anbetracht des Umstandes, dass die Messung der CO_2-Abgabe bei Zimmertemperatur, die Messung der Wärmeabgabe bei 0° vorgenommen worden war, und dass wahrscheinlich bei dieser niederen Temperatur etwas mehr CO_2 abgegeben worden sein dürfte, hielt er die gefundene Übereinstimmung für genügend, um als Beweis seiner Behauptung zu gelten.

Im Jahre 1824 stellte die Pariser Akademie die Preisaufgabe, durch erneute Versuche den numerischen Zusammenhang zwischen der Wärmeproduction und den Athmungsproducten genauer zu erforschen. Dulong und Despretz bewarben sich um den Preis; der Arbeit des letzteren wurde er zuerkannt. Die Untersuchungen beider waren nach gleichen Methoden angestellt und führten auch zu übereinstimmenden Ergebnissen. Beide benutzten Wassercalorimeter, innerhalb deren die Versuchsthiere in geschlossenen, ringsum vom Wasser umgebenen Behältern sich befanden. Eine stetige Lüftung sorgte dafür, dass die Thiere in genügend reiner Luft athmeten; in der ausströmenden Luft wurden die vom Thier abgegebenen Mengen CO_2 und H_2O bestimmt.

Zur Berechnung wurde angenommen, dass bei der Entstehung von CO_2 und H_2O im Thierkörper ebensoviel Wärme frei werde, als bei der Verbrennung der entsprechenden Mengen von freiem C und H. Diese Berechnung und die gleichzeitig calorimetrisch gemessenen Werthe der Wärmeabgabe stimmten aber durchaus nicht überein. Vielmehr waren die letzteren Werthe immer viel grösser; sie übertrafen die berechneten Wärmemengen in den Versuchen von Dulong um 20—31, im Mittel um 25 Procent, in den Versuchen von Despretz um 10—20, im Mittel um 19 Procent.

Es sind mannigfache Versuche angestellt worden, durch anderweitige Berechnung eine bessere Übereinstimmung zwischen den Versuchsergebnissen jener Forscher und den theoretischen Voraussetzungen zu erzielen. Sie waren aber alle fruchtlos, und sie mussten es sein. Denn der Fehler liegt nicht bloss in der Art der Berechnung, sondern auch in den Versuchen selbst. Die gemessenen Werthe der Wärmeproduction waren alle viel zu gross, wie sich aus folgender Überlegung ergiebt. Da das Thier wärmer ist als das Calorimeter, so giebt es unmittelbar nach dem Einbringen in dasselbe Wärme ab, welche es schon vorher gebildet hatte. Die während seines Aufenthalts im Apparat gebildete Wärme wäre doch nur dann gleich der an das Calorimeter abgegebenen, wenn sich die Temperatur des Thieres nicht geändert hätte. Das ist aber keineswegs der Fall. Wir wissen, dass unter den Bedingungen, unter denen Dulong und Despretz arbeiteten, der Wärmevorrath der Thiere um mehrere Calorien abnimmt. Um so viel musste also der von ihnen gemessene Werth zu gross ausfallen.

Diesen Grund der wahrscheinlich zu hoch angenommenen Wärmeproduction haben schon Liebig (Thierchemie S. 28 ff.), Ludwig (Lehrb. d. Physiol. II. 739) u. A. geltend gemacht. Deswegen hat auch Hr. Senator bei seinen Versuchen das Calorimeter mit erwärmtem Wasser gefüllt. Seine Zahlenwerthe sind daher zuverlässiger als die von Dulong und von Despretz. Da seine Untersuchungen aber zu der hier in Rede stehenden Frage keine Beziehung haben, gehe ich nicht weiter auf dieselben ein.

Es lassen sich aber noch andere schwere Bedenken gegen die Versuche von Dulong und von Despretz erheben. Weder die Wärmebildung noch die Abscheidung von CO_2 und H_2O verlaufen so regelmässig, dass man aus den Messungen während der kurzen Zeit einer Stunde Schlüsse auf längere Zeiträume ziehen dürfte. Je kürzer die Dauer eines Versuchs ist, desto weniger ist man berechtigt anzunehmen, dass die während eines jeden Versuchs ausgegebenen Mengen auch in denselben Zeiten gebildet seien. Für die Wärme-

production lässt sich, wie wir gesehen haben, einigermaassen eine Controle gewinnen, indem man die Eigenwärme des Thieres zu Anfang und zu Ende des Versuchs misst und etwaige Änderungen in Rechnung zieht. Für die Bildung von H_2O und CO_2 im Thierkörper giebt es aber eine solche Controle nicht. Wir können zwar die in einer gewissen Zeit abgeschiedenen Mengen von H_2O und CO_2 mit aller wünschenswerthen Genauigkeit messen, wie gross aber die in dieser Zeit gebildeten Mengen sind, würden wir erst dann erfahren, wenn wir bestimmen könnten, ob die Gesammtmenge von H_2O und CO_2 im ganzen Körper unverändert geblieben ist oder nicht. Das ist aber ganz unmöglich.

Es ist also durchaus unzulässig, eine jederzeit vorhandene Proportionalität zwischen Wärmebildung und CO_2- oder H_2O-Abscheidung einfach vorauszusetzen; dieselbe müsste erst durch Versuche bewiesen werden. Meine eigens zu diesem Zwecke angestellten Versuche beweisen aber, wie vorauszusehen war, dass sie selbst für längere Zeiträume nicht besteht. Die Stoffumsetzungen im Thierkörper sind sehr verwickelt. Ein Molecül organischer Substanz, welches schliesslich als CO_2 und H_2O oder zum Theil auch in Form von Harnstoff und ähnlichen Verbindungen den Körper verlässt, hat innerhalb des Thierkörpers eine Reihe von Zwischenstufen durchlaufen, bei deren jeder etwas Wärme frei geworden, unter Umständen auch gebunden sein kann. Da ist es doch sehr unwahrscheinlich, dass in einem beliebigen Zeitabschnitt, den wir für unseren Versuch herausschneiden, die Processe so gleichartig verlaufen, dass immer der gleiche oder gar der ganze Betrag der Endproducte gebildet wird und zugleich vollkommen zur Ausscheidung gelangt.

Die Wahrscheinlichkeit, dass dies wenigstens annähernd der Fall sein werde, wird aber offenbar um so grösser sein, je länger die Versuchszeit ist. Nur an der Hand der Erfahrung vermögen wir festzustellen, welche geringste Versuchsdauer eben ausreicht, um eine solche annähernde Zuverlässigkeit zu verbürgen. Ob es eine oder ob es mehrere Stunden sind — wir wissen es nicht. Die Wahrscheinlichkeit spricht jedenfalls gegen kürzere Versuchszeiten.

II.

Das Wassercalorimeter ist seiner ganzen Einrichtung nach nur für Messung kleiner begrenzter Wärmemengen geeignet. Da es sich aber bei der Calorimetrie der Thiere um eine stetige Wärmeproduction handelt, und da nach dem im Abschnitt I Gesagten es gerade darauf ankommt, lange Beobachtungsreihen anzustellen, so habe ich

mich nach einem anderen Verfahren der Messung umgesehen, welches für die eigenthümlichen Aufgaben der thierischen Calorimetrie am geeignetsten wäre. Ich habe zu diesem Zweck verschiedene Methoden benutzt, habe aber besonders ein Verfahren brauchbar gefunden, dessen sich zuerst Scharling i. J. 1849, später Vogel, sodann Hr. Hirn und in neuester Zeit die HH. d'Arsonval und Richet bedient haben. Es ist mir, nicht ohne viele Mühe, zuletzt gelungen, nach diesem Princip einen zuverlässigen Apparat zu bauen, dessen Beschreibung und Theorie ich in einem Aufsatz, welcher im ersten Hefte der physiologischen Abtheilung des Archivs für Anatomie und Physiologie vom nächsten Jahre erscheinen wird, ausführlich gegeben habe. Indem ich auf diesen Aufsatz verweise, will ich hier zum Verständniss der Versuche nur Folgendes bemerken: Bringt man ein Thier in einen gut ventilirten Raum, welcher ringsum von einem zwischen zwei concentrischen Blechmänteln enthaltenen Luftraum umschlossen ist, so nimmt diese Luftmasse Wärme von dem Thier auf und giebt sie an den äusseren Mantel wieder ab. Nach Verlauf einer gewissen Zeit stellt sich ein Gleichgewichtszustand her, bei welchem die Luft ebensoviel Wärme abgiebt, als sie aufnimmt. Aus dem Temperaturüberschuss der Luft gegen die der Umgebung lässt sich dann die Wärmeproduction des Thieres berechnen.[1]

In einem solchen »Luftcalorimeter« kann man ein Thier Tage lang bei ungestörter Gesundheit erhalten. Ich habe nun (von den anderen Versuchen, deren Ergebnisse zum Theil schon an der erwähnten Stelle mitgetheilt sind, zum Theil demnächst veröffentlicht werden sollen, sehe ich hier ab) zunächst die stündliche Wärmeproduction mit der in gleicher Zeit abgegebenen CO_2 verglichen. Einige der so gewonnenen Zahlenwerthe sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

	CO_2-Ausg. in 1 Stde. c	Wärmeprod. in 1 Stde. n	Kohlensäure-factor $\frac{n}{c}$
1.	3g1644	14.4 Ca	4.557
2.	3.796	16.1	4.236

[1] Der Temperaturzuwachs der calorimetrischen Luftmasse wird aus ihrer Spannungszunahme bei constantem Volum bestimmt. Ist dieser Spannungszuwachs $= m$, so ist die producirte Wärme

$$n = E \cdot m \cdot \frac{T_a}{b_a}.$$

Hierin ist E eine durch besondere Versuche bestimmte Constante des Apparates, T_a die Anfangstemperatur der Luft nach der absoluten Scala, b_a endlich der Barometerdruck zu Beginn des Versuchs.

	CO_2-Ausg. in 1 Stde. c	Wärmeprod. in 1 Stde. n	Kohlensäurefactor $\frac{n}{c}$
3.	1.995	8.64	4.32
....	....	....	....
4.	2.632	11.2	4.3
5.	4.134	9.225	2.4
6.	2.36	7.3	3.1
7.	3.03	11.25	3.71
8.	1.598	4.89	3.1
9.	2.08	10.5	5.0
10.	1.977	8.77	4.4
11.	2.75	12.1	4.4
....	....	....	....
12.	3.07	21.72	7.2
13.	2.7	16.6	6.1
14.	3.062	14.88	4.86
15.	2.57	14.78	5.8
16.	2.58	17.29	6.7
17.	2.05	17.7	8.68

Die Tabelle beweist, dass von einem constanten Verhältniss zwischen Kohlensäure-Ausscheidung und Wärmeproduction für eine Versuchsdauer von einer Stunde ganz und gar keine Rede sein kann. Der sogenannte »Kohlensäurefactor«, d. h. die Anzahl von Calorien, welche auf je 1^g ausgeschiedener CO_2 kommen, schwankt zwischen 2.4 und 8.68, also um mehr als 350 Procent. Wir sehen also, dass es ganz unmöglich ist, aus der CO_2-Ausscheidung Schlüsse auf die Wärmeproduction zu ziehen.

Die Zahlen der Tabelle zerfallen in 3 Gruppen. Die ersten 3 Reihen sind an einem hungernden Thier gewonnen in der 169., 170., 194. Stunde nach der letzten Fütterung. Ich hatte erwartet, dass im Hungerzustande am ehesten eine Proportionalität zwischen CO_2- und Wärmebildung zu finden sein würde, weil das zur Verbrennung kommende Material des Thierkörpers einigermaassen gleichartig sein muss. Und in der That sind auch die Schwankungen des Werthes $\frac{n}{c}$ hier kleiner als bei den anderen Versuchen. Im 2. Theil der Tabelle sind Versuche zusammengestellt, welche nach der Wiederaufnahme der regelmässigen Fütterung am 2. bis 5. Tage gemacht wurden; der dritte Theil enthält Versuche an einem seit längerer Zeit gut und gleichmässig genährten Thier. Die Versuche sind abwechselnd am nüchternen Thier (24. Stunde nach der Fütterung) und am verdauenden

(5. Stunde) angestellt. Obgleich sowohl die CO_2-Ausscheidung wie die Wärmeproduction während der Verdauung steigen, ist doch von einer auch nur annähernden Proportionalität beider keine Spur zu bemerken.

Es wurde nun in einer zweiten Versuchsreihe die Beobachtungszeit bis auf 2.4 Stunden ausgedehnt, mit etwas besserem, aber doch immer noch unbefriedigenden Erfolg, wie folgende Beispiele zeigen:

c	n	$\frac{n}{c}$
8.9286	35.6702	3.995
8.565	28.3133	3.305

Diese Versuche wurden an einem seit sehr langer Zeit gleichmässig ernährten Hunde ausgeführt, dessen Gewicht fast unverändert blieb. Da trotzdem die Werthe von $\frac{n}{c}$ noch immer um ungefähr 20 Procent schwankten, so schien es mir aussichtslos, die Versuche weiter fortzusetzen. Es war vielmehr vorauszusagen, dass selbst, wenn wir die gesammte Wärmeproduction und die gesammte CO_2-Ausscheidung innerhalb 24 Stunden messen, wir noch keine absolute Constanz in dem Verhältniss beider zu einander erhalten werden. Noch weniger aber ist von der Wasserabscheidung zu erwarten, da diese noch grössere Schwankungen zeigt als die CO_2-Ausgabe, und das abgeschiedene Wasser nicht einfach als im Körper entstandenes Wasser angesehen werden darf.

III.

Um die Lücke der mangelnden calorimetrischen Messungen auszufüllen, hat zuerst Hr. von Helmholtz (Art. Wärme im Encyclop. Wörterbuch d. med. Wiss. Berlin 1846 S. 523 ff.) eine Berechnung derselben aus der Stoffwechselbilanz vorgenommen. Ihm sind Barral, und auf dessen Versuche gestützt, Hr. Ludwig (Lehrb. II. 745 ff.) gefolgt. Durch Vergleichung der Einnahmen in der Nahrung und der Ausscheidungen im Harn, Koth, Athmungsproducten sollten die innerhalb 24 Stunden wirklich zur Verbrennung gelangten Mengen von C und H bestimmt und daraus die producirte Wärme berechnet werden. Mit diesen Zahlen verglich Hr. von Helmholtz die Wärmeausgaben (a. a. O. S. 562) und gelangte so zu einer Art von Wärmebilanz, deren Werth für die allgemeine Kenntniss der Wärme-Oekonomie nicht unwichtig ist.

Seitdem wir durch die Untersuchungen der HH. Frankland, Stohmann, Danilewsky und Rubner die Verbrennungswärmen der

wichtigsten Nahrungsmittel kennen, lassen sich auch die aus der Nahrung producirten Wärmemengen unmittelbar berechnen. Da aber die Verbrennung der Nahrungsstoffe innerhalb des Thierkörpers keine ganz vollständige ist, so muss man zwischen der totalen oder absoluten Verbrennungswärme und der physiologischen unterscheiden. Als letztere habe ich

für Eiweiss . . . 4260
für Fett 9400

als wahrscheinlich richtigste Werthe angenommen.

Hat man ein Thier längere Zeit regelmässig mit einer und derselben Nahrung gefüttert und bewahrt das Thier dabei sein Gewicht, so kann man annehmen, dass es innerhalb 24 Stunden stets die gleichen Nahrungsbestandtheile umsetze. Ein solches, im Ernährungsgleichgewicht befindliches Thier sollte demnach auch stets die gleiche Anzahl von Calorien innerhalb 24 Stunden produciren.

Die von mir angestellten Versuche haben nun aber gezeigt, dass dies nicht der Fall ist. Trotz gleichmässigster Ernährung und constantem Gewicht producirte ein derartig im »Ernährungsgleichgewicht« befindliches Thier sehr verschiedene Wärmemengen, welche zwischen 2.59 und 4.82 *Sec-la* schwankten. Ich will an dieser Stelle nicht auf die Untersuchung eingehen, welche Umstände diese Schwankungen bedingen. Das soll Gegenstand einer späteren Mittheilung sein. Für meinen gegenwärtigen Zweck genügt es festzustellen, dass solche Schwankungen vorkommen. Aus dieser Thatsache aber folgt, dass eine Berechnung der wirklich erfolgten Wärmeproduction aus der Nahrung ebensowenig möglich ist, wie die aus den Ausscheidungen.

Eine weitere Überlegung zeigt auch, dass dies nicht anders sein kann. Ob ein Thier in einem Tage z. B. von dem genossenen Fett einige Gramm zurückbehält, ohne es zu CO_2 und H_2O zu verbrennen, können wir ihm nicht ansehen. Auch die sorgfältigsten Wägungen können uns darüber keinen Aufschluss geben, da es leicht vorkommen kann, dass an demselben Tage einige Gramm Wasser mehr verloren gegangen sind. Einem jeden Gramm Fett, das unverbrannt bleibt, entspricht aber eine Minderproduction von 9.4 Calorien. Wir werden deshalb richtiger urtheilen, wenn wir annehmen, dass die aus der Nahrung berechneten Wärmemengen nur das Maximum dessen darstellen, was an Wärme producirt werden kann. Dass aber dieses Maximum nicht immer erreicht wird, geht aus meinen Versuchen unwiderleglich hervor.

Ob ein Thier sich im Ernährungsgleichgewicht befinde, können wir erfahren, wenn wir neben den Einnahmen auch die Ausscheidungen

untersuchen. Die in beiden enthaltenen Mengen von N, C und H müssen dann gleich sein. Bei einem Thier, welches ich lange Zeit mit täglich 200g Fleisch und 25g Fett gefüttert hatte, stellte sich die Bilanz für den C folgendermaassen dar:

Aufgenommener C.		Ausgeschiedener C.	
im Fleisch ..	24g	in Form von CO_2 ..	28g42
im Fett	17.6	in Harn und Koth .	12.50
	41.6.		40.92.

An diesem Thiere wurde eine sehr grosse Zahl von calorimetrischen Messungen zu verschiedenen Zeiten gemacht. Ich wählte aus ihnen diejenigen aus, bei denen die Wärmebildung am grössten gewesen war und erhielt als Mittelwerth dieser von einander nur wenig verschiedener Maxima 4.82 *Sec-la* = 416448 Ca in 24 Stunden.

An einem dieser Tage (an demselben, für welchen die obige Stoffwechselbilanz gilt) fand ich:

an das Calorimeter abgegebene Wärme	416.3 Ca
abgegeben 16g Wasserdampf; zur Erzeugung desselben erforderliche Wärme	8.6 »
zur Erwärmung der aufgenommenen Speisen auf die Körpertemperatur erforderlich	7.4 »
	431.3 Ca.

Aus den Nahrungsstoffen berechnet sich folgender Wärme-Effect:

Die 200g (Pferde-) Fleisch enthalten 40g Eiweiss und 3g Fett. Wir haben also:

40g Eiweiss zu	4.26 Ca =	170,4 Ca
28g Fett zu...	9.40 » =	263.2 »
		433.6 Ca
	Gefunden ...	431.2 »
	Differenz ...	2.3 Ca.

Wir haben also nur 1/2 Procent weniger gefunden, als wir berechnet haben. Eine solche Übereinstimmung findet sich aber, wie gesagt, immer nur ausnahmsweise an einzelnen Tagen. In der Regel ist der Fehlbetrag viel grösser, ja er kann sogar bis nahe an 50 Procent betragen. Mehrbeträge dagegen kommen nur ganz ausnahmsweise vor und der Überschuss beläuft sich immer nur auf einige Zehntel Procent. Solche Abweichungen können wohl aus einer nachträglichen Verbrennung kleiner Mengen aufgespeicherten Fetts ohne Zwang erklärt werden.

IV.

Kehren wir nach diesen Auseinandersetzungen zum Ausgangspunkt unserer Betrachtungen zurück, so finden wir die Sachlage vollkommen verändert. DULONG und DESPRETZ hatten calorimetrisch mehr Wärme gefunden, als sie berechnet hatten. Aus ihren Versuchen konnte deshalb nur der Schluss gezogen werden, dass wohl ein sehr grosser Theil der im Körper producirten Wärme aus den chemischen Processen stamme. Aber Niemand wusste auch nur anzudeuten, welches die Quelle für den Rest der producirten Wärme sei. Unsere ganze Auffassung des Lebensprocesses war dadurch gerade in ihren Grundlagen mit einer Unsicherheit behaftet, welche in schreiendem Gegensatz stand zu der Genauigkeit, mit der sonst in allen Gebieten exacter Forschung der numerische Nachweis von der ganz allgemeinen Geltung des Gesetzes der Unveränderlichkeit der Energie gelungen war. Wenn wirklich im Thierkörper mehr Wärme producirt werden könnte, als ausserhalb desselben durch Verbrennung derselben Stoffe, dann gäbe es überhaupt keine festen Verbrennungswärmen, dann wären viele auf jene gestützten Folgerungen haltlos.

Aber gerade das Gegentheil ist der Fall. Darüber lassen meine Versuche keinen Zweifel. Die Verbrennung der Nahrungsstoffe im Thierkörper liefert höchstens gerade so viel Energie, als den Verbrennungswärmen der Stoffe zukommt, meistens aber weniger. Und das letztere ist auch ganz natürlich, denn die Verbrennung der zugeführten Stoffe kann wohl unter besonders günstigen Umständen eine so vollkommene sein, als es die Verhältnisse der thierischen Organisation überhaupt zulassen; sie wird aber sehr leicht unter dieser Grenze bleiben, jedenfalls wird sie dieselbe niemals überschreiten können. Die thierische Maschine verhält sich in dieser Beziehung nicht anders wie jeder Ofen, dessen Nutzeffect in der allergrössten Mehrzahl der Fälle auch unter dem berechneten bleibt, weil mit der Asche immer auch kleine Kohlenstückchen durch den Rost fallen oder unverbrannt im Ofen liegen bleiben, oder im Zustand unvollkommener Verbrennung als Russ, Kohlenoxyd u. dergl. entweichen. Die thierische Maschine ist aber nicht bloss ein Ofen, sondern auch eine Kraftmaschine. Ein Theil der durch die Oxydation frei werdenden Energie tritt in Form mechanischer Arbeit auf. Soweit diese innere Arbeit ist, d. h. nicht als Hebung von Lasten oder in ähnlichen Formen äusserlich zu Tage tritt, wird sie nachträglich wieder in freie Wärme umgewandelt. Dies geschieht z. B. fortwährend mit der ja sehr bedeutenden Arbeitsleistung des Herzens. Aus diesem Grunde brauchen wir bei der Untersuchung der Wärmeproduction auf diese Arbeits-

leistung keine Rücksicht zu nehmen. Was die äussere Arbeitsleistung anlangt, so hat meines Wissens nur Hr. Hirn versucht, ihre Beziehungen zur Wärme-Oekonomie zu bestimmen; seine Versuche sind aber für diesen Zweck unzureichend. Ich selbst gedenke auch dieser Frage im weiteren Verlauf meiner Untersuchungen näher zu treten, bin aber vorerst noch nicht in der Lage, etwas Sicheres darüber beizubringen.

Der thierische Organismus unterscheidet sich aber noch in anderer Beziehung von den Öfen, da in ihm ein so ausserordentlich schwankender, in der Regel sogar verhältnissmässig grosser Bruchtheil (etwa 25—50 Procent) der bei reichlicher Nahrung zugeführten Energie unbenutzt bleibt. Der Grund hierfür ist leicht einzusehen. Eine allzugrosse Wärmeproduction würde die Eigenwärme bis zu einem störenden Grade steigern, da schon geringe Temperaturerhöhungen dem Nervensystem gefährlich werden. Das Thier giebt also, wenn es reichlich genährt wird, häufig einen Theil der Nahrungsstoffe im Zustand unvollkommener Verbrennung aus oder behält sie auch unverbrannt im Körper zurück, wenn der Rest ausreicht, die Wärmeverluste zu decken und seine Eigenwärme auf dem normalen Stand zu erhalten. Es ist aber, wenn es so aus dem Vollen schöpfen kann, auch in der Lage, höheren Anforderungen zu genügen, welche plötzlich an dasselbe herantreten. Dies ist bei jeder Muskelanstrengung der Fall. Denn da bei der Muskelthätigkeit nur ein kleiner Bruchtheil des gesteigerten Stoffumsatzes in Form nutzbarer Arbeit erscheint, ein viel grösserer Theil zur Erwärmung der Muskeln selbst verbraucht wird, so ist bei jeder Muskelanstrengung der Mehrverbrauch ein sehr viel grösserer, als der Arbeitsleistung entspricht, und die dabei in viel grösserer Menge producirte Wärme geht nachträglich durch Abgabe an die Umgebung wieder verloren. Der thierische Organismus muss daher, um leistungsfähig zu bleiben, mehr Nahrungsstoffe aufnehmen, als er im Ruhezustande umsetzt.

Aus diesem Gesichtspunkte erklärt sich auch die auffällige Erscheinung, dass vollständige Nahrungsentziehung bei einem gut genährten Thier anfangs fast gar keinen Einfluss auf die Wärmeproduction hat. Bei einem solchen Thiere trat z. B. in einem Versuch erst am sechsten, in einem anderen Versuch erst am siebenten Tage des Hungerns eine bemerkenswerthe Abnahme der Wärmeproduction ein und erst am neunten Tage war sie auf das Maass gesunken, welches man zuweilen als Minimum auch während der Fütterung findet. Wird dann nach einer solchen Hungerperiode die Fütterung wieder aufgenommen, so sinkt anfangs die Wärmeproduction noch weiter, das Thier spart sich die zugeführten Nahrungsstoffe auf, und erst, wenn

es wieder aus dem Vollen wirthschaften kann, steigert es seinen Umsatz, um langsam auf den früheren Stand zu gelangen. Hiermit hängt es wohl auch zusammen, dass, wie Hr. Dr. v. Seeland gefunden hat, Thiere, welche man von Zeit zu Zeit einige Tage hungern lässt, nach Wiederaufnahme der Fütterung stärker an Gewicht zunehmen als andere, ebenso reichlich, aber ohne Zwischenschiebung von Hungertagen genährte.

Erlangen, 1. December 1888.

Über einige Bestandtheile der peripheren markhaltigen Nervenfaser.

Von Dr. Max Joseph
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Waldeyer am 29. November [s. oben S. 1251].)

Im Vergleiche zu der grossen Anzahl gut beglaubigter Thatsachen der Nervenphysiologie ist es befremdend, dass auf dem Gebiete der feineren mikroskopischen Anatomie des Nervensystems sich eine Menge Beobachtungen unvermittelt gegenüberstehen, welche bisher noch keine allgemeinen Schlüsse zulassen. Zu dieser morphologischen Unsicherheit gesellen sich weit auseinandergehende Anschauungen über die chemische Zusammensetzung der einzelnen Bestandtheile des Nervensystems. Es ist indess wohl zu hoffen, dass es uns an der Hand der Fortschritte in der Vervollkommnung optischer Hülfsmittel verbunden mit der grösseren Genauigkeit der Untersuchungsmethoden gelingt, die ausstehenden Fragen zu beantworten. Vielleicht, dass ein Glied in dieser Kette die nachfolgenden Untersuchungen bilden helfen. Dieselben sind die Frucht mehrjähriger Studien, welche ich theils an der mikroskopischen Abtheilung des Berliner physiologischen Instituts unter Leitung des Hrn. G. Fritsch, theils während eines mehrwöchentlichen Aufenthalts an der zoologischen Station zu Neapel anstellen konnte. An der letzteren war mir von dem Königlichen Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten ein Arbeitstisch zur Verfügung gestellt.

Eines unserer besten Conservirungsmittel, vornehmlich für das Nervensystem, ist die Osmiumsäure. Mit diesem Reagens gelingt es, die leitende Substanz der Nervenfaser, den Axenraum, in unveränderter Grösse, mit seinem wahren Durchmesser, zur Anschauung zu bringen. Dies ist nicht unwichtig, weil durch die meisten anderen chemischen Substanzen der Axencylinder stark schrumpft und zu Bildern Veranlassung giebt, welche den Verhältnissen des lebenden Nerven nicht entsprechen. Um sich daher vor Irrthümern zu schützen, ist es nothwendig, die Wirkung der einzelnen conservirenden Flüssig-

keit unter allen möglichen veränderten Umständen zu verfolgen. Erst durch Vergleichung und Abwägung der mit den verschiedensten Methoden erzielten Resultate kann man zu einem voraussichtlich allgemeinen sicheren Urtheile gelangen.

Während in den mit Alkohol, Chromsäure, Salpetersäure u. a. m. conservirten Nerven der Axencylinder den kleinsten Theil der einzelnen Faser einnimmt (die sogenannten 'Sonnenbildchen der Querschnitte'), gelingt uns durch das Osmium ein Einblick in das Verhältniss der Grösse des Axenraumes, d. h. der leitenden Substanz zu dem Marke. Nehmen wir als das typischste Beispiel den elektrischen Nerven von *Torpedo*, so können wir dieses Verhältniss auf 1:3 bis 5 schätzen. Der Axenraum übertrifft die Markscheide um das drei- bis fünffache und oft sogar noch darüber. Genauere Messungen ergaben für die grösseren und mittleren Fasern des elektrischen Nerven die Markscheide = $0^{mm}.0015$ — $0^{mm}.003$, den Axenraum = $0^{mm}.009$ — $0^{mm}.0105$. Bei den Fasern kleineren Kalibers ist dieses Verhältniss nicht leicht festzustellen und verschiebt sich vielleicht etwas, jedenfalls trifft es aber für die grosskaliberigen zu. Dies gilt nicht nur für den elektrischen Nerven von *Torpedo*, sondern auch für die meisten anderen der von mir untersuchten Fasern beim Lophius, Frosch, Kaninchen u. s. w. In den beigegebenen Abbildungen kann man sich leicht von diesem Verhältnisse überzeugen.

In dem grossen derartig gut conservirten 'Axenraume' sieht man nun, wenn man den betreffenden Nerven nach einem zweistündigen Aufenthalte in einer $^1/_2$procentigen Osmiumsäurelösung in Wasser abspült und dann mit Alkohol härtet, ein Structurgebilde, welches bisher als Bestandtheil der Nervenfaser noch nicht bekannt war. Bevor ich die Beschreibung hiervon gebe, schicke ich voraus, dass ich dasselbe nicht nur bei *Torpedo*, von welchem ich *T. marmorata* und *ocellata* zu untersuchen Gelegenheit hatte, sondern auch bei *Lophius piscatorius L.*, *Raja asterias* und *miraletus*, *Rana esculenta* und *temporaria*, *Canis famil.*, *Felis domest.* u. a. gefunden habe. Als Vorbild wird mir aber in den nachfolgenden Zeilen stets, wo nicht anders angegeben, *Torpedo* dienen, weil hier die Verhältnisse ihrer Grösse wegen am leichtesten zu demonstriren sind.

Fertigt man von einem in der oben beschriebenen Weise conservirten und gehärteten Nerven Schnitte an, welche mit den verschiedensten Reagentien, neutrales Karmin (Fritsch), Methylenblau, Säurefuchsin, Bismarckbraun u. a. m. gefärbt werden, so erkennt man auf dem Querschnitte, sowohl in der Markscheide wie im Axenraume, zwei nach ihrem optischen und färberischen Verhalten verschiedene Substanzen.

In der Markscheide tritt zunächst ein je nach der einzelnen Methode sehr stark tingirtes regelmässiges Bälkchenwerk entgegen, zwischen dessen Maschen sich das durch Osmium graue Mark befindet. Dieses Balkenwerk ist wohl identisch mit dem von den HH. Ewald und Kühne so benannten 'Neurokeratingerüst'. Wir kommen weiter unten noch einmal auf dasselbe zurück.

Zunächst möchte ich darauf hinweisen, dass im Axenraume ein jenem gleich gefärbtes, allerdings sehr viel feineres, unregelmässiges Netzwerk zu sehen ist, von welchem man sich in Fig. I leicht überzeugen kann. Dieses Netzwerk, welches ich als 'Axengerüst' bezeichne, ist an den verschiedenen Nervenquerschnitten mehr minder deutlich und praesentirt sich meist als ein unregelmässiges System feinster zierlicher Linien, in deren Kreuzungspunkten einzelne dunkler gefärbte Punkte, welche auf Diffraction bezogen werden müssen, schärfer hervortreten. Zwischen diesem Netzwerke befindet sich eine zweite das Licht stark brechende Substanz.

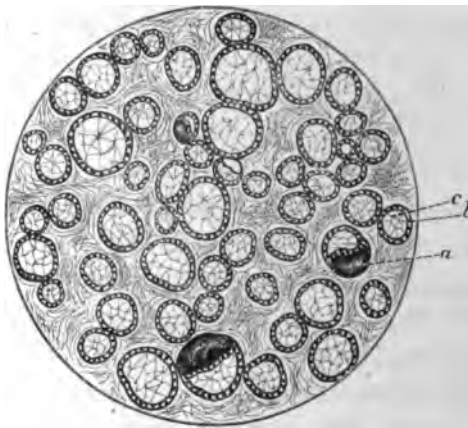


Fig. I.

Querschnitt aus dem elektrischen Nerven von *Torpedo marmorata*. Vergr. 700 lin. (Leicht schematisirt.) *a*. Kern der Scheide, *b*. Markscheidengerüst, *c*. Axengerüst.

Ich habe die Überzeugung gewonnen, welche, wie ich hoffe, auch von anderen getheilt werden wird, dass dieses Axengerüst mit dem Balkenwerke in der Markscheide in Zusammenhang stehe, gleichsam die Fortsetzung desselben bilde. Sie besitzen beide die gleichen Färbungsmerkmale. Die stark lichtbrechende Substanz nimmt den grössten Theil des Axenraumes ein, das Axengerüst beschränkt sich nur auf einen verhältnissmässig kleinen Raum.

Auf den Längsschnitten (vergl. Fig. II) praesentiren sich im Axenraume einige wenige, mitunter nur 5 oder mehr, theils parallele, theils schräge zu einander gestellte, ganz unregelmässige Leisten, welche oft durch Querstriche mit einander verbunden sind. Auch sie, an Farbe gleich den Balken der Markscheide, nehmen nur den kleinsten Theil des Axenraumes ein. Ich gehe wohl nicht fehl, wenn ich diese Gebilde als die Längspfeiler des auf dem Querschnitte sichtbaren Axengerüstes ansehe. Die Hauptmasse stellt sich auch in den Längsschnitten wiederum als eine stark lichtbrechende Substanz dar.

Der grössere Theil des Axenraumes bleibt also bei der Osmium-Conservation ungefärbt, er bildet die eigentliche leitende nervöse Substanz. Dass diese, welche man gemeinhin als Axencylinder bezeichnet, eine fibrilläre Structur besitze, wird wohl von den meisten Forschern angenommen und ich möchte mich dem nach meinen eigenen Praeparaten und allem, was Hr. G. Fritsch vom *Lophius piscat.* demonstrirt hat, anschliessen. Das Osmium dient nicht dazu, diese fibrilläre Structur des Axencylinders zu demonstriren, es veranschaulicht eine zweite Substanz, ein Gerüst, welches vielleicht dazu bestimmt ist, Ordnung in das regellose Gewirre der Nervenfibrillen zu bringen. Es ist zwar bedeutend zarter und feiner als das in der Markscheide befindliche Balkenwerk, da man aber oft einen Übergang beider unter dem Mikroskope wahrnehmen kann, so liesse sich gegen die Anschauung, als ob beide Gerüste demselben Mutterboden entstammen und von derselben Substanz gebildet werden, nichts einwenden.

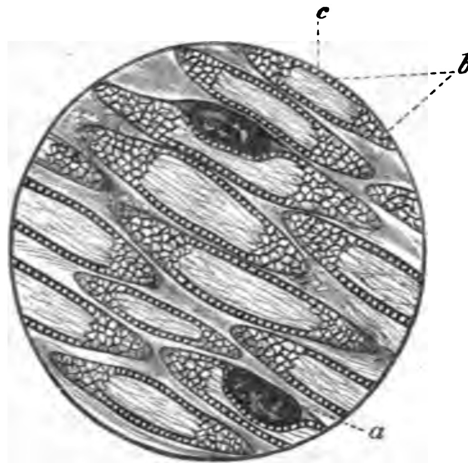


Fig. II.

Längsschnitt aus dem elektrischen Nerven von *Torpedo marmorata.* Vergr. 700 lin. (Leicht schematisirt). *a.* Kern der Scheide, *b.* Markscheidengerüst, *c.* Axengerüst.

Gegen die nervöse Natur des Axengerüstes scheint mir eine Beobachtung zu sprechen, welche ich allerdings nicht oft genug anstellen konnte, um sie als Regel hinzustellen, dass ich nämlich noch 14 Tage nach der Durchschneidung des elektrischen Nerven von *Torpedo* in den peripheren Nervenquerschnitten dieses Gerüst wohl erhalten vorfand.

Ich möchte mich nur dagegen verwahren, dass man dieses »Axengerüst« mit dem leider nur zu oft gebrauchten, an und für sich gar Nichts bezeichnenden Ausdrucke »Kunstproduct« abfertige. Wollte man sich nur daran erinnern, dass ja fast alle oder wenigstens die meisten Gewebe unter dem Mikroskope erst zur Anschauung gelangen, nachdem sie vorher gewissen chemischen Agentien unterworfen waren. Man könnte dann jedes Gewebe, welches aus dem lebenden Thierkörper herausgenommen selbst mit den indifferentesten Flüssigkeiten behandelt wird, in seiner nun mikroskopisch sichtbaren Gestalt als Kunstproduct bezeichnen. Das ist aber nicht statthaft.

Wir lernen die Einwirkungen kennen, mit denen wir es zu thun haben und können dadurch gewiss zu sicheren Schlussfolgerungen gelangen. Für den Histiologen gilt der schon lange von den Astronomen anerkannte Lehrsatz: Ein Fehler, den wir kennen, ist kein Fehler.

Dieses Axengerüst ist gewiss kein Artefact und der Beweis ist nicht schwer zu erbringen, dass gerade dieses Structurverhältniss dem natürlichen Zustande im Wesentlichen entspricht und die so zur Anschauung gebrachte Nervenfaser am meisten der normalen nahekommt. Nur in dem ganz frischen, noch lebenden Nerven war ich überhaupt im Stande, stets gleichmässig die beschriebenen Bilder zu erhalten. War irgend eine Unvorsichtigkeit oder auch nur die kürzeste Zeit nach dem Absterben der Faser verflossen, so war es nicht mehr möglich, das Gerüst in dem Axenraume zu constatiren. Aber selbst in der lebenden Nervenfaser wurde dieses Structurverhältniss nur da gefunden, wo das Osmium auch wirklich eingedrungen war. Bei einem mässig dicken Nerven, z. B. dem elektrischen Nerven von *Torpedo*, waren nur die äusseren zwei Drittel durch Osmium conservirt worden, in dem inneren Drittel wurde kein Gerüst, sondern die bekannten 'Sonnenbildchen' gefunden. Das Osmium beansprucht mithin ein specifisches Vorrecht für die Conservirung der lebenden Nervenfaser und ganz besonders des im Axenraume befindlichen »Axengerüstes«.

Auf die unschätzbaren Vortheile der Osmiumsäure richtete sich schon seit langen Jahren die allgemeine Aufmerksamkeit und nur vor Kurzem empfahl sie Hr. Kupffer,[1] um die fibrilläre Streifung des Axencylinders auf das deutlichste zu demonstriren.

Hr. Kupffer, sowie einer seiner Schüler, Hr. Boveri,[2] beschrieben in den Nervenquerschnitten eine ganz gleichmässige Vertheilung gleich grosser Pünktchen im Axenraume, welchen auf den Längsschnitten gleichmässig vertheilte longitudinal verlaufende Fibrillen entsprechen sollten. Da aber der Abstand der einzelnen Fibrillen von einander ein ziemlich beträchtlicher schien, so nahm Hr. Kupffer an, dass die Nervenfibrillen locker in einer eiweisshaltigen gerinnungsfähigen Flüssigkeit, einem Nervenserum, flottiren, welcher seinem Volumen nach sogar den grössten Theil des Axenraumes einnehme.

Ich habe schon vorher auseinanderzusetzen versucht, dass ich diese Beobachtungen nicht bestätigen kann. Mir scheint die Osmium-

[1] Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der K. bayerischen Akademie der Wissenschaften 1883. Heft III. S. 466.

[2] Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der K. bayerischen Akademie der Wissenschaften 1885. Bd. XV. 2. Abth. S. 423.

Conservirung ungeeignet, die fibrilläre Structur des Axencylinders zu demonstriren. Durch diese Methode wird in dem Axenraume ein bisher noch nicht beschriebenes Netzwerk zur Anschauung gebracht, welches nicht nervöser Natur ist und mit dem chemisch gleichartigen Netzwerke der Markscheide zusammenhängt. Diese Ansicht stützt sich auf den objectiven Befund, wie er aus den beigegebenen Zeichnungen ersichtlich ist, welche nach photographischen Aufnahmen hergestellt sind. Wollte man mir einwenden, dass dieses unregelmässige Axengerüst vielleicht vorgetäuscht sei durch eine Zerrung der im Axenraume befindlichen Fibrillen, so möchte ich dem entgegenhalten, dass ich in einer grossen Anzahl Praeparate, die sich gewiss auf mehr als 1000 belaufen, immer nur diese ungleichmässige Anordnung des Gerüstes vorgefunden habe. Ausserdem beträgt das Volumen dieses Gerüstes kaum den fünften Theil des mit anderen Methoden dargestellten geschrumpften Axencylinders, welcher auf dem Querschnitte ein punktirtes Aussehen als Ausdruck der fibrillären Zusammensetzung erkennen lässt.

Dagegen wird durch meine Beobachtungen die Anschauung Hrn. v. Kölliker's[1] bestätigt, dass der Axencylinder ein Gebilde von festweicher Consistenz sei und die Fibrillen desselben nicht im Serum flottiren, sondern durch eine homogene Zwischensubstanz verbunden sind, deren Festigkeit ungefähr derjenigen der Fibrillen entsprechen dürfte. Nur müsste ich die Erweiterung beifügen, dass diese Zwischensubstanz in Form eines Gerüstes zwischen die Fibrillen gelagert sei.

Der bei weitem grössere Theil des Axenraumes wird in jenen Osmiumbildern durch eine helle, das Licht stark brechende Substanz eingenommen, über deren Natur wir noch wenig wissen.

Max Schultze war es gelungen, der Lehre von der fibrillären Structur des Axencylinders durch eine Reihe sorgfältiger Beobachtungen eine feste Grundlage zu geben. Seitdem hat diese Anschauung sich immer mehr Bahn gebrochen und aus der jüngsten Zeit wäre Hr. Hans Schultze[2] zu nennen, welcher andeutungsweise auch an der lebenden Faser diese Structur erkennen konnte, so dass es wohl sehr wahrscheinlich ist, dass die Primitivfibrillen einem im Leben vorhandenen praeformirten Zustande entsprechen.

---

[1] Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg N. F. Bd. XX. 1887.

[2] Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte. 1878. S. 259.

Hr. Fleischl[1] bezeichnet dies als Täuschung. Er glaubt, dass der Axencylinder im Leben eine Flüssigkeitssäule sei und diese Flüssigkeit eine sehr leicht unter verschiedenen Umständen in sehr verschiedener Art gerinnende Substanz enthalte. Worauf stützt aber Hr. Fleischl seine Anschauung? Auf weiter nichts, als dass der Axencylinder unter der Einwirkung der verschiedensten Reagentien die mannigfachste Gestalt annehme. Daraus folge, dass der Axencylinder aus einer Substanz bestehen müsse, welche mit keiner anderen, aus welchen die übrigen Formelemente des Körpers gemacht seien, übereinstimme. Denn weder das Protoplasma, noch das leimgebende Gewebe oder die verschiedenen Epithelialgebilde zeigen auch nur annähernd ein ähnliches Verhalten gegen jene Reagenzien wie der Axencylinder. Vor Allem sei bemerkenswerth, dass kein einziges der übrigen Formelemente solchen Schwankungen in seiner Dicke unterworfen sei je nach der ihm zu Theil gewordenen Behandlung, wie der Axencylinder.

Nun ist aber nichts leichter als Hrn. Fleischl irgend welche zwei Reagenzien zu nennen, welche in den nöthigen Concentrationsgraden ganz ähnliche Schwankungen am Protoplasma mancher Zellen zeigen können. Ebenso hat Hr. Waldeyer[2] schon im Jahre 1863 betont, es bleibe mit der Annahme vom flüssigen Aggregatzustande des Axencylinders unvereinbar, dass derselbe in solchen Flüssigkeiten darstellbar sei, welche bekanntermaassen den auf andere Weise erhaltenen Axencylinder wieder lösen.

Mit dieser Frage Hand in Hand geht eine andere, ob wir als Bestandtheile des Axencylinders eine einzige oder vielleicht mehrere chemisch differente Substanzen anzusehen haben. Zur Entscheidung dürften vielleicht jene Resultate heranzuziehen sein, welche man durch die Einwirkung des Silbernitrats auf die Nervenfasern erhält.

Es ist bekannt, dass die bisherigen Versilberungsmethoden den Nachtheil hatten, dass einerseits die Silberimpraegnation nach sehr kurzer Zeit wieder verblasste und andererseits bei dem Eindringen der Silberlösung von den Ranvier'schen Schnürringen aus nur immer eine ganz kurze Strecke der Nervenfasern gezeichnet wurde. Dieser letztere Umstand machte sich besonders bemerkbar bei der von Frommann entdeckten Querstreifung des Axencylinders.

---

[1] Beiträge zur Anatomie und Physiologie, als Festgabe Carl Ludwig gewidmet. Leipzig 1874. S. 51.

[2] Untersuchungen über den Ursprung und den Verlauf des Axencylinders bei Wirbellosen und Wirbelthieren, sowie über dessen Endverhalten in der quergestreiften Muskelfaser. Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. Reihe. Bd. XX. 1863. S. 196.

Nach mannigfachen Versuchen ist es mir nun gelungen, im Anschluss an eine früher von Hrn. Benda (Centralblatt für die medizinischen Wissenschaften, 1888, Nr. 26) für das Centralnervensystem angegebenen Methode eine neue zu finden, mittelst welcher die Versilberung der Nervenfaser nicht nur in der Nähe des Schnürringes, sondern weit von demselben entfernt stattfindet und ausserdem eine Härtung leicht erzielt wird, so dass man bequem Quer- oder Längsschnitte anfertigen kann.

Man nimmt eine Mischung von 10-procentiger Salpetersäure und 1-procentiger Silbernitrat-Lösung zu gleichen Theilen, fixirt hierin für mehrere Stunden den lebenden frischen Nerven — nur ein solcher ist zu verwerthen — und bringt ihn dann sofort in eine Lösung von doppelchromsaurem Kali in immer stärker steigender Concentration. Die weitere Härtung geschieht in der bekannten Weise.

In Längsschnitten, welche besonders schön vom Lophius piscat. L. gewonnen wurden, fällt eine äusserst regelmässige Querstreifung des Axencylinders auf. Unabhängig von der Ranvier'schen Einschnürungsstelle sieht man eine dunkle Partie mit einer hellen abwechseln. Die Stärke der Färbung nimmt bei dieser Methode an Intensität nicht ab in grösserer Entfernung vom Schnürringe und ebensowenig sind die dunklen Partieen hier durch grössere Zwischenräume getrennt als in der Nähe der Ranvier'schen Kreuzes. Wie Fig. III, ein vom Lophius gewonnenes Bild, zeigt, herrscht im Verlaufe der ganzen Nervenfaser eine auffallende Regelmässigkeit. Bei stärkerer Vergrösserung sieht man die dunklen Querstreifen aus kleinen schwarzen Körnchen zusammengesetzt. Ebenso deutlich ist diese Querstreifung auf langen Strecken der Froschnervenfasern. Ich lege kein Gewicht auf die Ausmessung der Abstände der einzelnen Streifen von einander, da diese sich wahrscheinlich bei den verschiedenen Thiergattungen von einander unterscheiden werden.

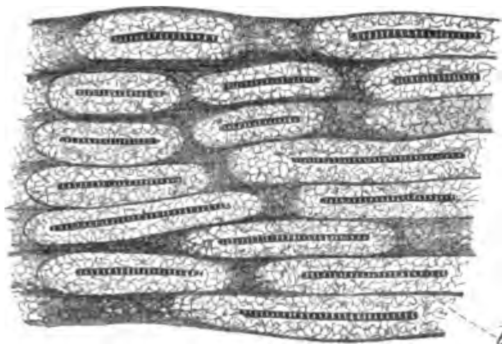


Fig. III.
Längsschnitt aus dem Seitenast des N. vagus von *Lophius piscatorius* L. Vergr. 200 lin. *b.* Markscheidengerüst.

Die Untersuchung im polarisirten Lichte zeigte stets einfaches Brechungsvermögen.

Freilich wird auch durch diese Methode nicht verhindert, dass nur ein gewisser Theil der Nervenfasern von der Silberlösung impraegnirt wird, und zwar immer die-

jenigen, welche in der Nähe der Lymphgefässe liegen, von welchen aus die Lösung in die Gewebe eindringt. Wenn man hierin einen Mangel der ganzen Methode zu erkennen geglaubt hat, so möchte ich nicht verabsäumen darauf hinzuweisen, dass dabei vielleicht die chemische Constitution zu wenig berücksichtigt wird. Die HH. Löw und Bokorny[1] fanden bei ihren Versuchen an gewissen Algengattungen einen eminenten chemischen Unterschied zwischen lebendem und todtem Protoplasma, das lebende war mit energischem Reductionsvermögen ausgestattet, das todte nicht.

Übertragen wir diese Erfahrungen auf unsere Verhältnisse, so wird nur da, wo die Silberlösung frühe genug von den Lymphgefässen aus hingelangt, lebendes Protoplasma angetroffen werden, infolgedessen Reduction eintreten können, weiter ab ist das Protoplasma bereits abgestorben, hier wird das Metall nicht reducirt.

Wie dem auch sein mag, jedenfalls wird durch diese Methode eine so regelmässige Querstreifung des Axencylinders erreicht, dass man sich die Frage vorlegen muss: Haben wir es hier mit einem praeformirten Structurverhältnisse zu thun?

Ich befinde mich in der glücklichen Lage, auf die wenig bekannten und doch so treffenden Worte Schwann's[2] hinweisen zu können:

»Il me semble difficile d'admettre que des formations si régulières, comme les stries en question, puissent être obtenues artificiellement, si dans l'organe vivant il n'y a pas déjà une disposition correspondante. On n'est cependant pas obligé d'admettre une discontinuité entre les disques. Il y a peut-être une substance homogène dans laquelle sont déposées des molécules d'une autre nature attaquables par le nitrate argentique. Ces molécules imprégneraient certaines couches, en les durcissant, et laisseraient libres d'autres couches.«

In der That dürfte es nicht zu gewagt sein, wenn man angesichts dieser nur an frischen noch lebenden Nervenfasern erhaltenen, so regelmässigen Zeichnungen, sich der Ansicht zuneigt, dass im Axencylinder zwei Substanzen vorhanden sind, von welchen eine die Eigenschaft besitzt, aus der Silberlösung das Metall zu reduciren, während sie der anderen fehlt.

Zum Schlusse komme ich wieder auf die mit der Osmiumsäure conservirten Nervenfasern und zwar auf das sogenannte »Neuro-

[1] Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie. Bd. XXX. 1883.
[2] Journal de l'Anatomie et de la Physiologie. T. VI. 1869. p. 301.

keratingerüst« der Markscheide zurück, wie es in Fig. I und II abgebildet ist.

Während die Darstellung dieses Gerüstes bisher nur mit solchen Methoden gelungen war, welche die Gewebe stark veränderten, muss ich nach meinen Osmiumbildern in Erweiterung meiner früher ausgesprochenen Ansicht ebenfalls den HH. Ewald und Kühne beistimmen, dass dieses Gerüst höchst wahrscheinlich praeformirt in der Markscheide neben dem Fette vorhanden ist.

Nur kann ich die Angabe der genannten Forscher nicht bestätigen, dass dieses Gerüst der Verdauung Widerstand leiste.

Hr. Ewald und Hr. Kühne[1] fanden, dass die nervöse Substanz der Verdauung dieselbe erstaunliche Resistenz entgegensetze, wie das Keratin. Wurde aus den Nervenfasern das Fett entfernt, so zeigte sich an Stelle des Markes ein knorriges Gerüst von starker Lichtbrechung und überall doppelten Contouren. Auch nach Pepsin- und Trypsinverdauung sollte dasselbe noch erhalten bleiben.

Meine Controlversuche konnten diese Angaben leider nicht bestätigen. Keinem Verdauungsgemisch gegenüber erwies sich der entfettete Nerv als widerstandsfähig.

Darnach scheint mir eine gewisse Zurückhaltung gegen die Benennung »Neurokeratin« geboten. Doch müssen wir daran festhalten, dass in der Markscheide neben dem Fette eine zweite chemisch noch nicht näher zu definirende Substanz vorhanden ist, welche durch die Osmiumsäure in Form eines Gerüstes conservirt wird.

---

[1] Verhandlungen des Naturhistorisch-medicinischen Vereins zu Heidelberg. Bd. I. 1877.

Ausgegeben am 20. December.

1888.

LI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

13. December. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

1. Hr. Zeller las über die richtige Auffassung einiger aristotelischen Citate.

Die Mittheilung folgt umstehend.

2. Von dem correspondirenden Mitgliede der Akademie, Hrn. Zachariae von Lingenthal wurde durch den Vorsitzenden vorgelegt: Prooemien zu Chrysobullen von Demetrius Cydones.

Die Mittheilung erscheint im nächsten Bericht.



Über die richtige Auffassung einiger aristotelischen Citate.

Von E. Zeller.

Plato soll die Wohnung seines Schülers aus Stagira das Haus des Lesers genannt haben. Dieser Schüler war aber nicht blos ein unermüdlicher Leser, sondern das Gelesene haftete auch so fest in seinem Gedächtniss, dass es ihm in der Folge, wenn er seiner bedurfte, sofort zur Hand war. Das Verzeichniss der aristotelischen Schriften macht uns zwar mit einer Reihe von Auszügen aus platonischen und anderen Werken bekannt, und die Überbleibsel der Politieen zeigen uns, wie viel von Andern entlehntes in dieses Sammelwerk aufgenommen war. Man hat ferner mit gutem Grund in den zahllosen Anführungen aus Rednern und Dichtern, deren unsere Rhetorik und Poëtik voll sind, die Spuren von Beispielsammlungen erkannt, welche den Unterricht in diesen Fächern zu unterstützen bestimmt waren. Allein wenn auch solche Auszüge und Sammlungen dem Philosophen ohne Zweifel dazu dienten, vor oder während der Ausarbeitung seiner Schriften die Erinnerung an das Gelesene wieder aufzufrischen, so scheint er doch seine Citate selbst in der Regel nicht unmittelbar aus einer schriftlichen Vorlage entnommen, sondern aus dem Gedächtniss niedergeschrieben zu haben. Mit diesem gedächtnissmässigen Citiren mag es nun zusammenhängen, wenn die Worte, die er von Anderen anführt, — auch abgesehen von einzelnen, selten vorkommenden Gedächtnissfehlern,[1] — sich bisweilen mit seinen eigenen in der Art vermischen, dass man versucht sein könnte, die Anführungsformel auf die letzteren mit zu beziehen und ihm desshalb eine Änderung oder ein Missverständniss der Äusserungen schuldzugeben, auf die er sich beruft. Denn was man seinem innern Vorstellungsvorrath entnimmt, das wird sich auch dann, wenn man sich seiner fremden Herkunft bewusst ist, von dem verwandten Eigenen lange nicht so deutlich abheben, als wenn es frisch von aussen, aus einer

[1] Wie die Vermischung von Hymn. in Apoll. 327 mit Hesiod Theog. 116 ff., Metaph. I, 4. 984b 27 ff.

schriftlichen Darstellung aufgenommen wäre. Man kleidet das, was man sagen will, in die Worte, die hiefür im Gedächtniss bereit liegen; man wird durch diese Worte an ihre Quelle erinnert und nennt dieselbe; aber man tritt nicht so bestimmt aus dem eigenen Gedankengang heraus, dass man nicht sofort, und ohne diess immer ausdrücklich zu bemerken, zu ihm zurückkehrte. Es wird sich verlohnen, diese bis jetzt wenig beachtete Erscheinung bei unserem Philosophen etwas eingehender zu verfolgen.

Aristoteles liebt es bekanntlich, sich auf Sprüchwörter zu berufen oder sprüchwörtlicher Redensarten zu bedienen, die er auch in der Regel als solche bezeichnet. Aber der sprüchwörtliche Ausdruck wird hiebei auch wohl durch eine leichtere oder stärkere Abänderung dem jeweiligen Bedürfniss des Schriftstellers angepasst. So führt dieser das Wort: ἀρχὴ ἥμισυ παντὸς zwar dreimal an; aber nur Polit. V, 4. 1303 b 29 (ἡ δ' ἀρχὴ λέγεται ἥμισυ εἶναι παντός) in dieser Form. Dagegen heisst es Eth. I, 7. 1098 b 7: δοκεῖ γὰρ πλεῖον ἢ ἥμισυ παντὸς εἶναι ἡ ἀρχή, und Top. IX, 33. 183 b 22: μέγιστον γὰρ ἴσως ἀρχὴ παντός, ὥσπερ λέγεται, so dass aus der Hälfte dort der grössere, hier der grösste Theil geworden ist. Das δοκεῖ und ὥσπερ λέγεται verweisen zwar beidemale auf das bekannte Sprüchwort; Aristoteles hält jedoch von demselben nur den allgemeinen Gedanken fest, dass der Anfang mindestens die Hälfte des Ganzen sei, fügt aber von sich aus hinzu, er sei in Wahrheit viel mehr als diese, ohne zwischen diesem Zusatz und dem ursprünglichen Wortlaut des Sprüchworts zu unterscheiden.

Metaph. I, 2. 983 a 11 bemerkt Aristoteles: wenn man in den Besitz der Wissenschaft komme, kehre sich das anfängliche Verhalten zu den wissenschaftlichen Fragen um: was man anfangs unbegreiflich gefunden habe, finde man jetzt natürlich und nothwendig; und er sagt dabei Z. 17: δεῖ δὲ εἰς τοὐναντίον καὶ τὸ ἄμεινον κατὰ τὴν παροιμίαν ἀποτελευτῆσαι. Es scheint sich somit um ein Sprüchwort zu handeln, in dem, wenn auch vielleicht nicht von dem ἀποτελευτῆσαι, doch jedenfalls von dem τοὐναντίον καὶ ἄμεινον die Rede wäre. In Wirklichkeit lautet dieses aber nur: δεύτερον ἄμεινον. Aristoteles hat also von der sprüchwörtlichen Redensart nur diesen einen Ausdruck entlehnt, oder er wurde vielmehr durch ihn an dieselbe erinnert, und nur auf ihn bezieht sich das κατὰ τὴν παροιμίαν, was deutlicher hervorträte, wenn er geschrieben hätte: καί, κατὰ τὴν παροιμίαν, τὸ ἄμεινον.

Ähnlich verhält es sich Polit. V, 10. 1312 b 4, wenn Aristoteles hier den Gedanken, dass die Demokratie der Tyrannis gerade wegen ihrer Verwandtschaft mit derselben feind sei, mit den Worten ausdrückt: ἐναντίαι δ' αἱ πολιτεῖαι, δῆμος μὲν τυραννίδι καθ' Ἡσίοδον ὡς κεραμεῖ

κεραμεύς· καὶ γὰρ ἡ δημοκρατία ἡ τελευταία (die IV, 5. 1292a 4 ff. vergl. V, 11. 1313a 32 ff. VI, 2. 1313b 17 ff. geschilderte) τυραννίς ἐστιν. Hesiod denkt bei seinem sprüchwörtlich gewordenen κεραμεὺς κεραμεῖ κοτέει natürlich weder an Demokratie noch an Tyrannis, und auch Aristoteles hat gewiss nicht die Absicht, ihn davon sprechen zu lassen. Es ist ihm nur statt des genaueren ὡς καθ' Ἡσίοδον κεραμεὺς κεραμεῖ eine andere Wortstellung mundgerechter, er versetzt daher das ὡς und schreibt: καθ' Ἡσίοδον ὡς, welches demnach zu erklären ist: »die Demokratie hasst die Tyrannis, mit Hesiod zu reden, (oder: auf die von Hesiod bezeichnete Art) wie der Töpfer den Töpfer«; so dass nur das κεραμεὺς κεραμεῖ, aber weder das ὡς, noch das Vergleichungsglied, worauf dieses verweist, mit zum Citat gehört.

Ebenso unklar lässt es die Ausdrucksweise des Philosophen Eth. II, 2. 1105a 7, wie weit die Worte gehen, die aus einem Andern angeführt sind. Ἔτι δὲ χαλεπώτερον — bemerkt hier Aristoteles — ἡδονῇ μάχεσθαι ἢ θυμῷ, καθάπερ φησὶν Ἡράκλειτος. Diess lautet so, als ob Heraklit gesagt hätte, es sei schwerer gegen die Lust anzukämpfen als gegen den Zorn. Allein gesagt hat dieser nur (Fr. 105 Byw.): χαλεπὸν θυμῷ μάχεσθαι. Von einer Vergleichung dieses Kampfes mit dem gegen die Lust findet sich bei ihm nichts und der Comparativ χαλεπώτερον, der auf diese Vergleichung hinweist, gehört ihm nicht an. Das hinten angehängte: καθάπερ φησὶν Ἡράκλ. ist demnach nur auf dasjenige zu beziehen, was als Heraklit's Ausspruch allgemein bekannt war, was aber in den Worten des Aristoteles nur implicite enthalten ist. Die Meinung ist die gleiche, wie wenn es hiesse: χαλεπώτερον ἡδονῇ μάχεσθαι ἤ, καθάπερ φησὶν Ἡράκλειτος, θυμῷ, aber die von Aristoteles gewählte Wortstellung verbirgt es, dass das καθάπερ u. s. f. nur auf das zweite, mit ἢ eingeleitete Glied des Vergleichungssatzes geht.

Noch verwickelter liegt die Sache Rhet. II, 13. 1389b 22. Aristoteles sagt hier von gewissen Leuten: sie seien weder einer warmen Liebe noch eines kräftigen Hasses fähig, ἀλλὰ κατὰ τὴν Βίαντος ὑποθήκην καὶ φιλοῦσιν ὡς μισήσοντες καὶ μισοῦσιν ὡς φιλήσοντες. Diese Worte wären für sich genommen ganz geeignet, uns von dem Ausspruch des Bias eine falsche Vorstellung zu geben. Wäre er uns nicht anderweitig bekannt, so würden wir aus ihnen nur abnehmen können, dass Bias gerathen habe, sowohl bei der Freundschaft wie bei der Feindschaft im Auge zu behalten, dass sie im Laufe der Zeit in ihr Gegentheil umschlagen könne, die eine wie die andere mit berechnender Zurückhaltung zu behandeln: φιλεῖν ὡς μισήσαντας καὶ μισεῖν ὡς φιλήσαντας. Allein sonst wird Bias, wie Römer zutreffend erinnert,[1] immer nur die erste Hälfte

[1] Blätter f. bayr. Gymnasialw. XXII. 1886. S. 504.

dieser Regel, das φιλεῖν ὡς μισήσοντας, zugeschrieben, und zwar mit der Begründung, die nur für sie passt: τοὺς γὰρ πλείστους εἶναι κακούς; und diess geschieht nicht blos von Diogenes I, 87 und Cicero Lal. 16, 59, sondern auch Aristoteles selbst führt Rhet. II, 21. 1395a 25 nur dieses als das δεδημοσιευμένον an, welchem er seinerseits das schöne Wort entgegensetzt: ὅτι οὐ δεῖ, ὥσπερ φασί, φιλεῖν ὡς μισήσοντας ἀλλὰ μᾶλλον μισεῖν ὡς φιλήσοντας. Römer will desshalb an unserer Stelle (1389b 22) statt κατὰ τὴν Βίαντος ὑποθήκην lesen: παρὰ τ. Β. ὑπ. Allein von dem, was mit diesen Worten eingeführt wird, entspricht ja gerade das zunächststehende, das φιλοῦσιν ὡς μισήσοντες, derselben vollkommen; auch das weitere aber, das μισοῦσιν ὡς φιλήσοντες, steht in dem Sinne, welchen es hier hat, welcher aber von der idealen Bedeutung dieses Ausdrucks in der späteren Stelle, 1395a 25, weit abliegt, mit ihr nicht im Widerspruch; denn dieselbe Weltklugheit, welche in der Freundschaft nicht vergessen lässt, dass man sich später veruneinigen könnte, räth auch den Feinden gegenüber nicht zu vergessen, dass man sich möglicherweise mit ihnen wieder verständigen kann: es ist der gleiche kühle Egoismus, welcher den Menschen veranlasst, seinen Freunden nicht zu viel Vertrauen zu schenken, damit sie es nicht missbrauchen, und seine Feinde nicht zu unheilbar zu verletzen, damit er nicht gehindert sei, sie vorkommenden Falls zu gebrauchen. Aristoteles hat daher sicher nichts anderes geschrieben als das, was die Handschriften allein darbieten: κατὰ τὴν Βίαντος ὑποθήκην; aber er hat dieser ὑποθήκη etwas beigefügt, was zwar mit ihr übereinstimmt und folgerichtig aus ihr hervorgeht, was aber doch immerhin seine eigene Zuthat ist. Es mochte ihm überflüssig scheinen, darauf ausdrücklich aufmerksam zu machen: das Wort des Bias war ja ein so bekanntes, dass es der sachkundige Leser selbst bemerkte.

Den bisher besprochenen Stellen reiht sich auch die Äusserung über Anaxagoras Metaph. I, 3 an. Denn wenn auch das, was Aristoteles hier über diesen Philosophen sagt, nur ein Bericht über seine Lehre, nicht eine wörtliche Anführung aus seinen Schriften sein will, so sehen wir doch auch an diesem Bericht, wie leicht sich ihm zwischen das, was er aus Anderen mittheilt, eigene Erläuterungen einschieben konnten, ohne dass er immer zwischen beidem ganz bestimmt und deutlich unterschiede. Nachdem er nämlich die Ansicht des Empedokles besprochen hat, dass die vier Elemente die unentstandenen Bestandtheile aller Körper seien, die keiner anderen Veränderung unterliegen als der σύγκρισις und διάκρισις, fährt er 984a 11 fort: Ἀναξαγόρας δὲ .... ἀπείρους εἶναί φησι τὰς ἀρχάς· σχεδὸν γὰρ ἅπαντα τὰ ὁμοιομερῆ, καθάπερ ὕδωρ ἢ πῦρ, οὕτω γίγνεσθαι καὶ ἀπόλλυσθαί φησι συγκρίσει καὶ διακρίσει μόνον, ἄλλως (wofür ich ἁπλῶς lesen möchte) δ' οὔτε γίγνεσθαι

οὔτ᾽ ἀπόλλυσθαι ἀλλὰ διαμένειν ἀΐδια. So unzweifelhaft auch die Ansichten des Anaxagoras hierin richtig wiedergegeben werden, so würde man doch fehlgehen, wenn man sich durch das φησὶ verleiten liesse, die ὁμοιομερῆ als Bezeichnung der anaxagorischen Urkörperchen, oder den Satz, dass Feuer und Wasser zu diesen Urkörpern gehören, Anaxagoras selbst zuzuschreiben. Jene Bezeichnung kommt vielmehr anerkanntermassen vor Aristoteles nicht vor, und sogar das Wort ὁμοιομερὴς ist wahrscheinlich erst von ihm gebildet worden; und andererseits hielt Anaxagoras, wie uns Aristoteles selbst sagt, Feuer und Wasser nicht für ὁμοιομερῆ, sondern für ein aus den verschiedenartigsten Bestandtheilen zusammengesetztes Gemenge.[1] Die Worte »ἅπαντα τὰ ὁμοιομερῆ« u. s. f. werden daher zu erklären sein: »er behauptet von allen gleichtheiligen Körpern das, was nach Empedokles nur von den Elementen, wie Feuer oder Wasser, gilt«. Möchte man aber auch eine andere Erklärung vorziehen: jedenfalls hat Aristoteles hier das, was Anaxagoras gesagt hatte, durch einen Zusatz erweitert, den er zwar nicht für anaxagorisch ausgibt, den er aber auch von dem, was er Anaxagoras beilegt, nicht deutlich genug unterscheidet, um einen Leser, welchem die Ansicht des letztern nicht schon anderweitig bekannt wäre, vor Irrthum zu bewahren.

Im Hinblick auf diese Beispiele glaube ich nun auch Aristoteles von dem Vorwurf, dass er dem platonischen Timäus die Annahme einer Drehung der Erde ohne Grund zuschreibe, jetzt entschiedener freisprechen zu können, als ich diess noch in der neusten Bearbeitung meiner »Philosophie der Griechen« (IIa^4, 810) mir getraute. In seiner Untersuchung über die Erde und ihre Stellung im Weltgebäude, De coelo II, 13, bemerkt Aristoteles 293b 15: hinsichtlich der Frage, ob die Erde ruhe oder sich bewege, seien die Meinungen getheilt; und nachdem er die pythagoreische Annahme besprochen hat, derzufolge die Erde und die Gegenerde um das Centralfeuer kreisen, fährt er Z. 30 fort: ἔνιοι δὲ καὶ κειμένην ἐπὶ τοῦ κέντρου φασὶν αὐτὴν ἴλλεσθαι καὶ κινεῖσθαι περὶ τὸν διὰ τοῦ παντὸς τεταμένον πόλον, ὥσπερ ἐν τῷ Τιμαίῳ γέγραπται. Bezieht man hier die Worte: ὥσπερ — γέγραπται auf alles vorangehende von κειμένην an — wie diess allerdings beim ersten Anblick zunächst liegt — so würde Aristoteles behaupten, dass im Timäus eine Bewegung der Erde um die Weltachse gelehrt werde. Und es hat wirklich schon unter den alten Auslegern nicht an solchen gefehlt, welche diese Behauptung nicht allein bei ihm fanden, sondern sie auch zu vertheidigen versuchten. Alexander von Aphrodisias bemerkt bei Simplicius zu unserer Stelle (S. 231b, 33 Karst.): da Aristo-

[1] Die Belege für das obige findet man Philos. d. Gr. I^4, 875 ff.

teles bezeuge, dass im Timäus von einer Drehung der Erde gesprochen werde, und da diess auch wirklich (Tim. 40 B) in den Worten (γῆν δὲ) ἰλλομένην (andere, schon bei Simpl. εἰλομ., in den HSS auch εἰλλομ., εἰλλομ, εἰλουμ., εἰλουμ., ἠλωμ.) περὶ τὸν διὰ παντὸς πόλον τεταμένον geschehe, so heisse es Plato seine eigene Meinung aufdrängen, wenn man leugne, dass derselbe im Timäus von einer Erdbewegung rede, möge er nun diese nur dem Timäus als dessen Annahme in den Mund legen oder selbst damit einverstanden sein. Indessen wird diese Deutung der platonischen Stelle, welcher auch die Metaphrase des Lokrers Timäus widerstreitet, schon von Simplicius a. a. O. mit guten Gründen bestritten; und nachdem sie von Gruppe und Grote erneuert worden ist, hat sie Böckh[1] erschöpfend und für immer widerlegt. Ebenso wenig ist (wie Böckh Kosm. Syst. 144 ff. gleichfalls gezeigt hat) auf die Nachricht (Plut. qu. Plat. VIII, 1. Numa 11 nach Theophrast) zu geben, dass es Plato in seinen späteren Jahren bereut habe, die Erde, und nicht das Centralfeuer, in die Mitte der Welt verlegt zu haben; denn diese Behauptung, die Plutarch mit einem φασὶ berichtet und wohl auch Theophrast so berichtet hatte, verträgt sich nicht gut mit dem Umstand, dass in Plato's nachgelassenem Werke, den Gesetzen, von dieser Änderung seines astronomischen Systems sich keine Spur findet, und die Epinomis, von dem Herausgeber der Gesetze verfasst, die gleiche geocentrische Ansicht vorträgt, wie der Timäus. Jene Angabe stammt daher wahrscheinlich von solchen Platonikern, die selbst zu der pythagoreischen Lehre vom Centralfeuer übergegangen waren und sich wegen ihres Abfalls von Plato's in seinen Schriften nachweisbarer Theorie mit dem Vorgeben vertheidigten, dass er selbst schon von derselben zurückgekommen sei. Wäre sie aber auch richtig, so zeigt doch schon das Präsens φασί, dass Aristoteles hier nicht von einer Behauptung redet, die Plato mündlich aufgestellt hatte; und da er selbst sich ausdrücklich auf den Timäus beruft, kann es sich auch für uns lediglich um die Frage handeln, ob im Timäus geschrieben steht, was Aristoteles darin gelesen haben will. Gehört nun zu dem letzteren die Bewegung der Erde um die Weltachse, von welcher der Timäus doch nichts weiss, so hätte sich Aristoteles eines auffallenden Missverständnisses der platonischen Stelle schuldig gemacht, auf die seine Aussage sich bezieht. Desshalb nun aber a. a. O. der Schrift vom Himmelsgebäude die Worte: καὶ κινεῖσθαι zu streichen, wie diess schon Simplicius a. a. O. 232 a 24 ff. als einen möglichen Ausweg bezeichnet, und wie es Bekker mit zwei geringeren

[1] Untersuch. üb. das kosmische System des Platon S. 14—75. Kl. Schr. III, 294 ff. Vergl. auch Phil. d. Gr. II a⁴, 809 f.

Handschriften gethan hat, geht nicht an. Denn einmal war offenbar weder Alexander noch Simplicius von dieser Lesart etwas bekannt; dann ist es aber zum voraus wahrscheinlich, dass sie sich nicht auf handschriftliche Überlieferung, sondern auf blosse Vermuthung gründet, und vielleicht geradezu aus der Stelle des Simplicius herstammt. Sodann wird, wie schon längst bemerkt worden ist, am Anfang des 14. Cap., 296 a 26, das ἴλλεσθαι καὶ κινεῖσθαι, ohne jede Verschiedenheit der handschriftlichen Lesarten, mit einem καθάπερ εἴπομεν von Aristoteles wiederholt. Es steht demnach ausser Zweifel, dass er es auch im 13. Capitel gesetzt hat. Das gleiche 14. Capitel widerlegt aber auch (wie bereits Phil. d. Gr. II a⁴ 810 bemerkt ist) die Auskunft, dass Plato der Erde zwar keine Drehung um die Weltachse, aber doch eine vibrirende Bewegung an derselben beigelegt habe, und das aristotelische κινεῖσθαι sich auf diese beziehe. Denn wenn schon das κινεῖσθαι περὶ τὸν πόλον, welches Aristoteles a. a. O. aus c. 13 wiederholt, nur eine Bewegung um die Achse, nicht eine solche an der Achse bezeichnen kann, so stellen die Einwürfe, die er 296 a 34 ff. der Annahme einer solchen Bewegung entgegenhält, vollends ausser Zweifel, dass er bei derselben an eine ἐγκύκλιος φορὰ der Erde denkt, εἴτε περὶ τὸ μέσον εἴτ' ἐπὶ τοῦ μέσου κειμένη φέρεται — jenes die pythagoreische, dieses die 293 b 30. 296 a 26 berührte Annnahme. Im Timäus ist ja aber auch von einer oscillirenden so wenig, als von einer rotirenden Bewegung der Erde die Rede. Sollten sich daher die Worte: ὥσπερ ἐν τῷ Τιμαίῳ γέγραπται überhaupt auf die vorher berührte Annahme einer Bewegung der Erde mitbeziehen, so würden sie unter allen Umständen, an welche Art von Bewegung man dabei denken möchte, eine im Munde des Aristoteles höchst auffällige Unrichtigkeit enthalten. Ist es denn aber nothwendig, ihm diese falsche Angabe zuzuschreiben? Die Worte De coelo 293 b 30 (oben Seite 1337) könnten allerdings so verstanden werden, als ob mit denen, welche eine Bewegung der Erde um die Weltachse annehmen, Plato gemeint sei. Aber sie erlauben auch die Auffassung, dass andere (bzw. ein anderer) als Plato jene Bewegung gelehrt hatten, und dass die Berufung auf den Timäus sich nicht auf alles von ihnen ausgesagte, sondern ähnlich wie in der Ethik II, 2, der Rhetorik II, 13 und den übrigen oben besprochenen Stellen, nur auf das bezieht, was der Anführungsformel zunächst steht. Welche von diesen zwei möglichen Deutungen vorzuziehen ist, wird sich nur nach der Annehmbarkeit des Sinnes entscheiden lassen, den man bei der einen und der andern erhält. Nun lässt die erste den Aristoteles etwas sagen, was absolut unrichtig ist und sich ihm nicht wohl zutrauen lässt; denn von einer Bewegung der Erde um die Weltachse steht

nichts im Timäus und hat Plato nicht geredet. Dagegen stimmt alles mit dem geschichtlichen Thatbestand auf's beste überein, sobald wir annehmen, mit den ἔνιοι, die eine Drehung der Erde um die Weltachse behaupteten, sei der Pontiker Heraklides gemeint, der ja als ein Vertreter dieser Ansicht bekannt ist,[1] und er habe dieselbe vielleicht auch in den Timäus hineinzudeuten versucht; Aristoteles selbst dagegen verweise auf diesen Dialog nur für die Worte: περὶ τὸν διὰ παντὸς τεταμένον πόλον, ausser denen sich allerdings auch noch das ἴλλεσθαι in ihm findet. Es ist diess im wesentlichen die Erklärung, die schon Böckh (d. kosm. Syst. 82 ff.) von unserer Stelle gegeben hat. Seine Darlegung hatte aber nicht blos andern, sondern auch ihm selbst, noch gewisse Bedenken übrig gelassen. Vielleicht ist es der vorstehenden Auseinandersetzung gelungen, diese Bedenken vollends zu entkräften.

[1] Vgl. Philos. d. Gr. II a4, 1036 f.

Bericht über die Thontafeln von Tell-el-Amarna im Königlichen Museum zu Berlin und im Museum von Bulaq.

Von Dr. Hugo Winckler
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Schrader am 1. November [s. oben S. 1111].)

Hierzu Taf. IV, V und VI.

Der Thontafelfund von Tell-el-Amarna hat, seitdem der Akademie der Wissenschaften der erste Bericht darüber von den HH. Ad. Erman und Eb. Schrader erstattet worden ist,[1] eine Reihe neuer Urkunden geliefert. Ein Theil derselben ist in das aegyptische Museum von Bulaq gekommen, ein anderer ist, wie ich in Aegypten von betheiligten Händlern erfuhr, vom British Museum angekauft worden, während der Hauptttheil, sowohl was Zahl als was Bedeutung der Documente anlangt, sich in den Königlichen Museen zu Berlin befindet.

Durch die Unterstützung der Königlichen Akademie, sowie der Königlich preussischen Regierung ist es mir ermöglicht worden, auch die im Bulaqer Museum befindlichen Tafeln in den Bereich meiner Studien zu ziehen. Indem ich der Königlichen Akademie den Bericht über die Ergebnisse meiner bezüglichen Untersuchungen hiermit vorlege, glaube ich dieses im Interesse der Sache nicht thun zu sollen, ohne gleichzeitig auf die sonst bisher bekannt gewordenen Theile des betreffenden Fundes und namentlich auch auf die hier im Museum befindlichen Thontafeln von Tell-el-Amarna einen Blick zu werfen und auch sie in den Bereich der Erörterung zu ziehen, soweit das zur Zeit angezeigt erscheint. Ich behandle dabei die gleichartigen Tafeln beider Sammlungen sofort zusammen, sie inhaltlich gruppirend. Eine ausführlichere Behandlung wie einzelner Inschriften, so des Ganzen der Sammlung darf ich mir vorbehalten.

I. Vor Allem nehmen unser Interesse in Anspruch die Briefe babylonischer Könige an den König von Aegypten. Hiervon sind a) vier in Berlin befindliche, deren Anfang erhalten ist, solche

[1] Sitzungsberichte 1888, Nr. XXIII, S. 583—589.

von Pur-ra-pu-ri-ia-aš, König von Ka-ra-(an)-du-ni-ia-aš an Napḫururia,[1] d. i. Amenophis IV. gerichtet.[2] Ich theile einige Proben daraus, soweit ich eine Übersetzung wagen darf, mit. Die eine Tafel lautet nach der Eingangsformel folgendermaassen:

ki ša pa-na at-ta u a-bu-u-[a] it-ti a-ḫa- mi-iš ṭa-ba-tu [idabbubû] i-na-an-na a-na-ku u ka-ša it- . . . . . i-na bi-ru-un-ni a-ma-tu . . . . . ša-ni-tu um-ma la ša-[na-an??]	Wie vordem du und mein Vater unter einander Freundschaft hielten, so wollen jetzt ich und du [Freundschaft] zwischen uns . . . . .
ša ḫa-aš-ḫa-ta i-na mâti-ia šu-[up-ra-am-ma] li-il-ḳu-ni-ik-ku u ša a-na-ku ḫa-aš-ḫa-ku i-na mâti-ka lu-uš-pu- ra-am-ma li-il-ḳu-ni	Was du in meinem Lande begehret, schreibe mir[3] und man wird es dir bringen; und was ich in deinem Lande begehre, will ich dir schreiben und man soll es mir bringen.

Es folgen noch zwei Absätze von zwei und drei verstümmelten Zeilen. — Auf den Regierungswechsel in Babylon, den dieser Brief voraussetzt, wird vielleicht die zweite noch zu besprechende Gruppe der babylonischen Briefe einiges Licht werfen.

Ein anderer später anzusetzender Text bietet, nach der Eingangsformel, wie folgt:

[1] Auf den Mitânitafeln auch Napḫûria geschrieben.

[2] Die Eingangsformel lautet bei diesen Briefen: Ana Napḫururia šar (mâtu) Miṣrî aḫi-ia ḳibî ma umma Purrapuriaš šar (mâtu) Kardunias aḫu-ka ma ana iâši šulmu ana kâša mâti-ka biti-ka aššâti-ka apli-ka rabûti-ka sisi-ka narkabâti-ka danniš lû šulmu: Zu Napḫururia, König von Aegypten, meinen Bruder, sprich folgendermaassen: Purrapuriaš, König von Karduniaš, ist dein Bruder. Mir Heil; dir, deinem Lande, deinem Hause, deinen Frauen, Söhnen, Grossen, deinen Rossen und Streitwägen viel Heil. — Diese Form des Briefes, worin sich der Schreibende an seinen Boten wendet, dem er gewissermaassen den ganzen Brief nur als eine Notiz über die mündlich zu erstattende Botschaft mitgiebt, wird durch einige im Berliner Museum befindliche Privatbriefe, die mit Sicherheit der Zeit der ersten babylonischen Königsdynastie (etwa 2400—2100) zuzuweisen sind, als der in der älteren Zeit allgemein übliche erwiesen; der spätere (assyrische) weicht hiervon ab, da sich darin der Briefschreiber unmittelbar an den Schreibenden wendet.

[3] Šapâru ist der gewöhnliche Ausdruck für »etwas in einem Briefe mittheilen«.

a-na-ku u aḫi-ia it-ti
a-ḫa-mi-iš ṭa-bu-ta ni-id-
da-bu-ub u an-ni-ta ni-iḳ-
ta-bi um-ma a-di-i ap-pu-
ni it-ti a-ḫa-mi-iš ni-i-nu
lu ṭa-ba-nu . . . . . .

Ich und mein Bruder haben mit einander Freundschaft geschlossen und folgendermaassen gesprochen: bis in Ewigkeit wollen wir mit einander gut sein.

Auf Grund dieses Vertrages, dessen Anbahnung der erste Brief enthielt, scheint im Folgenden von dem Könige von Aegypten verlangt zu werden, dass er den Tod babylonischer Beamter ([cuneiform]), welche auf dem Wege zu ihm bei der Stadt Ki-ḫi-in-na-tu-ni im Lande Ki-na-aḫ-ḫi[1] ermordet worden seien, sühne.

Eine dritte Tafel enthält folgende Stelle: [a-]bu-ka a-na Ku-ri-gal-zu ḫurâṣu ma-'-da u-ši'-bi-i-lu: dein Vater hat an Kurigalzu viel Gold geschickt. Ob dieser Kurigalzu der Vorgänger (Vater) des Briefschreibers (Purnapuriaš) gewesen ist, ist aus dieser Tafel nicht zu erkennen. Wenn dies der Fall, so könnte er sowohl vor als nach dem sogleich zu erwähnenden I'liš-kullim-Sin geherrscht haben.

b) Eine Tafel des Bulaqer Museums von [[cuneiform]] [cuneiform],[2] d. i. Riš-ta-kul-lim-ma-Sin, an [Ni-im-m]u-'-[cuneiform][3]-ri-ia, d. i. Amenophis III., an eben denselben war eine Tafel gerichtet, von der ein Bruchstück sich im Berliner Museum befindet. Der Name des Absenders ist nicht mehr mit unbedingter Sicherheit erkennbar, doch glaube ich ihn als [cuneiform], d. i. Riš-takullima-Sin, lesen zu müssen. Die letzten Zeichen sind sicher, so dass an der Identität mit dem Herrscher der Bulaqer Tafel kein Zweifel ist. Demselben wird eine andere Tafel in Berlin, deren Anfang abgebrochen ist, die aber durch ihre Schrift und ihr Äusseres sich auf den ersten Blick als babylonisch verräth, zuzuschreiben sein. In ihr wie in der Bulaqer ist von Heirathen zwischen beiden Königshäusern die Rede.

Ausserdem befindet sich in Bulaq noch ein kleines, unbedeutendes Fragment, welches der Schrift und der Beschaffenheit des Thones nach zu urtheilen zu einer babylonischen Tafel gehörte; es enthält nur Reste von 7 + 4 Zeilen.

---

[1] Vielleicht dürfen wir aus der Bezeichnung des einen der Mörder als eines amilu Ak-ka schliessen, dass der betreffende Gau in Palästina zu suchen wäre, da wenigstens in anderen Tafeln Ak-ka wohl mit Sicherheit = Akko (assyr. Akkû) zu setzen ist.

[2] S. weiter unten über das Berliner Fragment.

[3] Der Name Nimmûria wird öfter mit [cuneiform] geschrieben.

Den König Riš-takullima-Sin können wir aus den Keilinschriften bis jetzt anderweitig noch nicht nachweisen. Nach der bekannten »Geschichte der Beziehungen Assyriens und Babylons zu einander« (Synchronistische Geschichte) ist die Reihenfolge der babylonischen Herrscher folgende:

Purnapuriaš	— Napḫururia = Amenophis IV.
Karaḫardaš Nazibugaš	} Aššur-uballiṭ von Assyrien.
Kurigalzu, Sohn des Purnapuriaš	— Bil-nirâri von Assyrien.

Vor Purnapuriaš nennt dieselbe Urkunde Karaindaš in Babylon und Aššur-bil-niši-šu in Assyrien. Es war bisher nicht bekannt, dass zwischen Karaindaš und Purnapuriaš eine Lücke vorhanden sei, wir sind jedoch genöthigt, entweder uns für diese Möglichkeit zu entscheiden oder anzunehmen, dass Riš-takullima-Sin, den wir als Zeitgenossen Amenophis' III. kennen, der Vorgänger Karaindaš' gewesen sei und uns von Letzterem durch Zufall kein mit dem König von Aegypten gewechselter Brief erhalten ist.

II. Brief Aššur-uballiṭ's, Königs von Assyrien, an Amenophis IV. Bulaq.

1-4	A-na Na-ap-ḫu-ri-i . . . . šar (mâtu) Mi-iṣ-ṣa-ri aḫi-ia [ki-bi ma] um-ma A-šur-uballiṭ šar (mâtu) Aššur . . . . šarru rabû aḫu-ka ma	Zu Napḫuria . . . . , dem König von Aegypten, meinem Bruder, sprich folgendermaassen: Aššur-uballiṭ, der König von Assyrien, ... der grosse König, ist dein Bruder.
5	a-na ka-a-ša a-na biti-ka u mâti-ka lu šul-mu	Dir, deinem Hause, deinem Lande Heil.
6-8	mârì ši-ip-ri-ka ki-i a-mu-ru ḫa-da-a da-ni-iš mârì ši-ip-ri-ka a-na ni(?)-in-í i-na maḫ-ri-ia lu aš-pu-ru	Dass ich deine Boten sah, hat mich sehr gefreut; ich habe geschickt (Befehl gegeben) deine Boten vor mir zu . . . . .[1]
9-12	narkabtu . . . . ša šarrûti ša ṣa[-mu-ut-ta?] . . . . u II sisì pi-ṣu-ti . . . . . . I narkabtu la ṣa-mu-ut-ta u I kunuk ukni-í a-na šul-ma-ni-ka u-ši-bi-la-ak-ku	Einen königlichen Streitwagen . . . , welcher bespannt ist, ... und 2 weisse Rosse . . . . , einen Streitwagen, unbespannt, und ein Siegel aus uknû-Stein habe ich als Freundschaftsgeschenk für dich (mit)geschickt.

[1] Es wird vermuthlich irgend eine Ehrenbezeugung für die Gesandten in dem mir dunkelen Worte stecken.

19-21	pa-za-du A-šur-na-din-aḫi a-bi a-na (mâtu) Mi-iṣ-ri[1] iš-pu-ru XX bilat ḫurâṣi ul-ti-bi-lu-ni-šu	Als(?) mein Vater Aššur-nâdin-aḫi nach Aegypten sandte, brachte man ihm 20 Talente Gold (zurück).
22-25	pa-za-du šarru Ḫa-ni-rab-ba-tu-u[a-]na a-bi-ka a-na (mâtu) Mi-iṣ[-ri iš-]pu-ru XX bilat ḫurâṣi ul-ti-bi-la-aš-šu	Als(?) der König von Ḫanirabbat[2] an deinen Vater nach Aegypten schrieb, übersandte er ihm 20 Talente Gold.
34	šu-up-ra-am-ma ša ḫa-aš-ḫa-ta li-il-ḳu-u	Schreibe, was du begehrst, er (dein Bote) soll es dir bringen.
35-36	ma-ta-tum ru-ba-tum ni-i-nu mâri ši-ip-ri-ni ka-am-ma-a li-it-tal-la-ku	Unsere beiderseitigen Länder sind gross; unsere Boten sollen ..... (hin und her) gehen.

Im ferneren Verlauf wird der Volksstamm der Sutû zweimal in einem mir noch nicht deutlichen Zusammenhange erwähnt. Diese Tafel setzt uns zunächst in Stand einem assyrischen König, den wir bisher nicht unterbringen konnten, seine Stelle in der Geschichte anzuweisen. Aššur-nâdin-aḫi, der hier als Vater Aššur-uballiṭ's bezeichnet wird, war uns bisher nur durch die Erwähnung seitens eines späteren Königs bekannt: tam-li-a raba-a ša pa-an iltâni ša A-šur-nâdin-aḫi šar (mâtu) A-šur i-pu-šu .... den grossen Unterbau, welchen Aššur-nâdin-aḫi erbaut hatte u. s. w. (I R 28b 5, KB I S. 126).[3] Aus dieser Nachricht war natürlich für die chronologische Fixirung des genannten Königs so gut wie nichts zu schliessen, am allerwenigsten würde man aber je auf die Idee gekommen sein ihn zwischen Buṣur-Aššur, Zeitgenossen von Purnapuriaš von Babylon, und Aššur-uballiṭ einzuschieben, wie man jetzt zu thun genöthigt ist.[4]

Das Siegel, welches Amenophis IV. zum Geschenk erhält, ruft uns die Scarabeen ins Gedächtniss, welche LAYARD (Ninive und Babylon, Deutsche Ausgabe S. 211, Taf. XVIII) in Arban gefunden hat. Gegen MEYER, Gesch. des Alterthums S. 334, wird man doch ihr Vorkommen im Palaste des (assyrischen) Statthalters Mušiš-Ninip (LAY. S. 209)

[1] Hier steht Mi-iṣ-ri, während Zeile 2 Mi-iṣ-ṣa-ri hat; letztere Schreibung findet sich ebenfalls auf der Tafel Tarḫundaradu's von Arṣapi (s. unten).

[2] Durch unsere Stelle wird diese Lesung des sonst oft Ḫa-ni-gal-mit gelesenen Landesnamens, als die richtige erwiesen.

[3] KB = Keilinschriftliche Bibliothek, in Verbindung mit L. ABEL, C. BEZOLD, P. JENSEN, F. E. PEISER, H. WINCKLER herausgegeben von EB. SCHRADER (Bd. I 1889).

[4] Vergl. die synchronistische Gesch. KB I S. 194.

nicht mehr als unerheblich für die chronologische Ansetzung jenes Baues betrachten dürfen. Die Namen Thutmosis III. und Amenophis III. sprechen doch zu deutlich, zumal da Layard (S. 211) angiebt ähnliche Stücke in Nimrud gefunden und auch sonst aus anderen assyrischen Ruinen von Arabern erhalten zu haben. Es wäre zu wünschen, dass über diese, doch sicher im British Museum befindlichen Gegenstände, sowie über ihre Fundorte, jetzt, wo sie eine neue Bedeutung erhalten haben, etwas Genaueres bekannt gegeben würde.

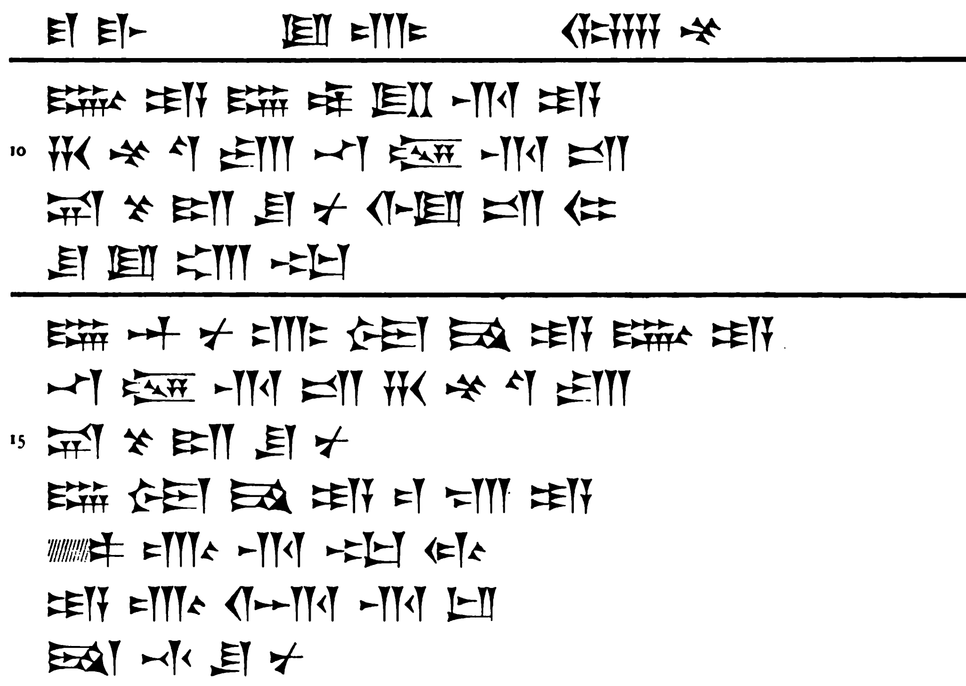
III. Von dem »König von A-la-ši-a« an den »König von Aegypten« eine Tafel in Berlin, die ich hier in gewöhnliche assyrische Schrift umschrieben vorläufig mittheile.[1]

---

[1] Die Schrift der meisten jetzt zu besprechenden Tafeln bietet im Anfang namentlich dem in Epigraphik weniger Geübten einige Schwierigkeiten; diese Umschreibungen sollen daher zugleich in etwas dazu beitragen, die begonnene Ausgabe der Originale zugänglicher zu machen.

[2] *ma.*

Eine zweite, in Bulaq befindliche enthält folgenden Text:



Darunter befindet sich eine mit Tinte geschriebene hieratische Aufschrift, welche Hr. Prof. Erman, wie folgt, liest:



š^ct n wr n i-r-s?

Brief des Fürsten von ארס ל

Eine dritte fragmentarische Tafel in Bulaq ist nach Schriftcharakter und Thonbeschaffenheit ebenfalls mit Sicherheit hierher zu ziehen, obgleich der Anfang und damit der Name des Absenders und des Adressaten verloren ist:

5–8. i-nu-ma a-na šu-ul-ma-ni-ka V [cuneiform] III biltu [cuneiform] (irû) tâbu I ši-in-nu ša bi-ri I (iṣu) kakku I [cuneiform] ša [cuneiform] [cuneiform] ul-ti-bil.
9–13. [Xa-]ni-tu aḫi-ia amilu an-nu-tum ..... ilippu an-nu-u ša šarri ...... u at-ta u ...... ḫa-mu-ut-ta ...... -iš šu-pu-ra.

Ausserdem befinden sich in Berlin noch drei bedeutendere Bruchstücke von ähnlichen Tafeln und ein unbedeutendes in Bulaq mit Resten von 8 Zeilen, gehört entweder ebenfalls hierher oder ist babylonisch.

V. Ein besonderes Interesse nimmt eine der Bulaqer Tafeln in Anspruch, von derem Inhalte freilich bei dem jetzigen Stande der Wissenschaft noch nicht allzuviel genaues ausgemacht werden kann,

die aber unsere Bekanntschaft mit dem »Hethitischen« in etwas erweitern wird; ich gebe das wenige, was ich mit Zuverlässigkeit davon aussagen darf, im Folgenden, indem ich im Übrigen die Thatsachen für sich selbst sprechen lasse.[1]

Geschrieben ist der Brief nach Z. 1 und 2 von Tar-ḫu[2]-un-da-ra-du(?), König von Ar-ṣa-pi (wohl sicher richtig von F. HOMMEL mit Reṣeph identificirt), an Amenophis III. (Ni-mu-[cuneiform]-ri-ia). Das ki-bi ma am Schluss von Z. 2 ist als gänzlich formelhaft geworden, für den Schreiber einfach zum Ideogramm geworden, wie auch in den armenischen Inschriften die ursprünglich phonetische Schreibweise [cuneiform] als Ideogramm gebraucht wird. Die folgenden Reihen sind nach Vergleichung mit den Eingangsformeln der übrigen Schreiben folgendermaassen zu fassen: 3–6. mir (eigenthümliches[3] Zeichen [cuneiform] *mi*) Wohlergehen (Ideogramm mit Complement *in*.), meinem (*mi*) Hause, meinen Frauen, meinen Söhnen, meinen Grossen, (meinen) vielen (entsprechend einem assyrischen ma'du vergl. den ersten Alašia-Brief Z. 8) Kriegern, meinen Rossen, meinen Streitwägen (bi-ib-bi-it), meinen Ländern gar sehr (ga[?]-an-da entsprechend assyrischem [cuneiform] [cuneiform], zweiter Alašia-Brief Z. 8) Heil (ḫu-u-ma-an-[cuneiform]-in). 7–10. Dir sei Frieden (du-uk-ka-? ḫu-u-ba-an-[cuneiform]-in ... deinem Hause (Ideogramm [cuneiform] *ti*) u. s. w. wie oben.

Auffällig ist du-uk-ka[4]? (Z. 7), welches in den parallelen Texten assyrischem *ana kâša* »dir« entspricht. Wir werden, da die folgenden Zeilen uns *ti* als angehängtes Pronomen der zweiten Person bezeichnen, also für das freistehende eine besondere Form annehmen müssen.

Die Vergleichung der Schreibweise einiger offenbar sich wiederholender Worte lässt den Schluss ziehen, dass die Schreibkunst in Arṣapi (Reṣeph) in ähnlichem Geiste gehandhabt wurde, wie in den anderen Staaten, von denen unsere Urkunden herrühren, d. h. dass die »Orthographie« dort ebenfalls nicht die feste Form hatte, welche uns schon die ältesten historischen Inschriften der Assyrer im

---

[1] Ob der berühmte Vertrag Chetasar's mit Ramses II. nicht vielmehr in Keilschrift als in »hethitischer« Bilderschrift, wie man meist annimmt, geschrieben war?

[2] Bekanntlich findet sich der Gottesname Tarḫu öfter in »hethitischen« Eigennamen: Tarḫu-nazi (= »Schatten ist Tarḫu«?), Tarḫu-lara, König von Gamgum (= Tarḫu ist Herr, vergl. V R 44 cd. 54 ?). Auch der Name der hethitischen Stadt Tarḫi-gamâni ist hierher zu ziehen. (SAYCE, Cun. Inscr. of Van XXXII, 5.)

[3] Aus [cuneiform] und [cuneiform] zusammengesetzt; vergl. Z. 7 das aus [cuneiform] und [cuneiform] gebildete Zeichen.

[4] [cuneiform] und [cuneiform] wird in den Briefen aus Phönicien sehr oft zur Bezeichnung von *ka* (nicht *ḳa*) angewendet.

Gegensatz zum Briefstyl reichen. Man vergl. Z. 10 **ka-a-la-at-ta** und Z. 15 ka-a-la-ta. Die häufige Setzung von Vocalen, welche eigentlich schon durch das vorhergehende Silbenzeichen ausgedrückt sind, ist ebenfalls ganz im Geiste der übrigen Briefschreiber: s. ḫu-*u* als Optativcharakteristicum Z. 6, 10, 26, 20; ḫu-u-da-*a*-ak Z. 20. Auch lässt sich bereits auf den Sinn einiger Stellen und einige grammatische Eigenthümlichkeiten der Sprache schliessen. Formen wie ḫu-u-ma-an-[Keilschriftzeichen]-in (Z. 6, 10), entsprechend einem assyrischen lû šulmu, lassen sofort an die sumerische Optativbildung denken; vergl. ḫu-u-da-a-ak Z. 20, ḫu-u-ma-an-da Z. 26. *ta* in ka-la-at-ta (Z. 11, 15) ist suffix nach Z. 28; vergl. auch Z. 23: [Keilschriftzeichen] Su-ḫa-ri-([Keilschriftzeichen])-ta. Dass [Keilschriftzeichen] Z. 8 einem assyrischen mâdu entspricht, haben wir oben gesehen; damit stimmt überein sein Vorkommen nach [Keilschriftzeichen] Z. 15.

Zur Erleichterung der Entzifferung des Textes mögen folgende Bemerkungen dienen:

Z. 11/12 l. Ir-ša-ap-pa [Keilschriftzeichen] Ḫa-su-ga-ri-([Keilschriftzeichen][1])-ta.

Z. 12. Sende [Keilschriftzeichen] [Keilschriftzeichen]-ti deine Tochter?

Z. 13. [Keilschriftzeichen] lässt, falls es ideographisch zu fassen ist, darauf schliessen, dass von einer Heirath der Tochter des Aegypterkönigs die Rede ist.

Z. 15. up-pa-[Keilschriftzeichen]-ḫu- vergl. Z 18 up-pa-[Keilschriftzeichen]-ḫi- und Z. 27.

Z. 15. Die Stadt Ḫa-ki-li-ia wird ebenfalls Z. 30 erwähnt.

Z. 38. Zu u-[Keilschriftzeichen]-ḫu- vergl. die zu Z. 15 angeführten Stellen.

VI. Eine Bulaqer Tafel, die eine besondere Gruppe vertritt, ist leider zu schlecht erhalten, um uns alle die Aufschlüsse zu geben, welche sie uns liefern könnte. Nach dem Schriftcharakter zu urtheilen, gehört sie zu keiner der besprochenen Gruppen, und dafür sprechen auch die erhaltenen Reste des leider nicht mehr zu erkennenden Namens des Absenders, welche indessen kaum einem semitischen Namen angehören. Der Brief ist der eines Königs; von dem Namen seines Landes (Z. 2) ist indessen nur noch ein *ti* deutlich erhalten. Schwierig ist auch die Frage zu beantworten, an wen der Brief gerichtet war; denn als Adressat wird Ḫu-u-ri-i[-ia?], König von Aegypten, genannt. Da es nicht wahrscheinlich ist, dass in dem Archive, aus welchem unser Fund stammt, sich andere Briefe befanden, als solche, welche an Amenophis III. oder IV. gerichtet

---

[1] [Keilschriftzeichen] und [Keilschriftzeichen] sind in diesem Texte, wie in vielen der palästinensischen, fast unmöglich zu unterscheiden; *ki* sollte mehr [Keilschriftzeichen] geschrieben sein, während *at* entweder [Keilschriftzeichen] oder [Keilschriftzeichen] ist.

waren, so glaube ich, dass wir es hier mit einer Abkürzung, wenn auch einer willkürlichen, des Namens Naphûria zu thun haben.[1]

Der Anfang des Briefes lautet: 1. [Name] šar .... 2. .... -ti (*ki*) a-na Ḫu-u-ri-i-i[a(?) šar 3. [mâtu Mi-]iṣ-ri-i (*ki*) aḫi-ia ki-bi ma. Der Inhalt ist im Wesentlichen wohl verständlich: der Briefschreiber habe mit dem Vater des Adressaten (nach meiner Annahme also mit Nimmuria = Amenophis III.) in gutem Einvernehmen gestanden und sie hätten gegenseitig Freundschaftsgeschenke (šulmanu) ausgetauscht; jetzt habe Ḫûria den Thron bestiegen (Z. 16: i-na-an-na aḫi-ia a-na kussû a-bi-ka .....) und wie man bisher Geschenke ausgetauscht habe (ki-mí-í a-bu-ka u a-na-ku šul-ma-na i-na bi-i-ri-ni ḫa-aš-ḫa-a-nu-ma), so wolle man es auch jetzt halten (i-na bi-i-ri-ni i-ni-ip-pu-uš). Nachdem sodann erwähnt worden ist, was schon der Vater des Empfängers erhalten habe (darunter auch ein Siegel aus uknû, wie beim Assyrerkönig), folgt die gewöhnliche Aufforderung, nur zu schreiben, wenn der Adressat etwas wünsche (mi-nu-um-mi-í ša aḫi-ia ḫa-aš-ḫa-ta šu-u-up-ra-am-ma lu-ši-bil-ak-ku), und zum Schluss die Nennung der Gegenstände, welche gleichzeitig übersandt werden (a-nu-um-ma a-na šul-ma-ni-ka I bi-ib-ru kaspi u. s. w. ul-tí-bil-ak-ku).

VII. Besonders hebt sich als eine von den andern verschiedene Gruppe die der Mitâni[2]-Tafeln ab. Dieselben sind sämmtlich aus rothem Thon gefertigt und in einer eigenartigen Schrift, welche ganz entprechend der Lage des Landes, der assyrischen Schrift, welche wir bei Tiglat-Pileser I. kennen lernen, nahe steht, dabei jedoch mehrfach Anlehnungen an ältere und babylonische Formen zeigt. Im Ganzen ist ihr Charakter jedoch schon ein assyrischer. Die Tafeln sind von geschickten Schreibern geschrieben und lassen deutlich erkennen, dass man in Mitâni mit der Keilschrift wohl umzugehen wusste. Dieselbe wird also daselbst in gewöhnlichem Gebrauche gewesen sein, während die später zu erwähnenden Tafeln aus Syrien und Palästina den Eindruck machen, als seien sie von Leuten geschrieben, welche die Keilschrift nur gelegentlich und ohne die erforderliche Gewandtheit schrieben.

Einen ausführlichen Bericht über diese an Umfang alle anderen weit überragenden[3] Urkunden zu geben muss einer besonderen

[1] Eine solche wäre bekanntlich ganz entsprechend der Übung eines babylonischen Schreibers, welche sich auch bisweilen darauf beschränkten von den langen babylonischen Namen nur einen Bestandtheil zu geben.

[2] Mi-ta-an-ni, Mi-ta-a-an-ni, Mi-ta-a-ni geschrieben. Bekanntlich zeigt in der Keilschrift Verdoppelung eines Consonanten oft nur die Länge des vorhergehenden Vocals an. Die Schreibung Mitâni wird also vorzuziehen sein.

[3] Vergl. Sitzung vom 5. Mai S. 587.

Gelegenheit aufbewahrt bleiben; hier muss ein kurzer Überblick genügen. — Die erwähnten Tafeln befinden sich sämmtlich in Berlin, das Bulaqer Museum besitzt keine hierher gehörigen Urkunden.

1. Eine kleinere Tafel von 41 Zeilen von Dušratta, König von Mitâni, an Amenophis III. Die diesen Urkunden eigenthümliche Grussformel lautet:

A-na Ni-im-mu-ri-ia šarru rabû
šar (mâtu) Mi-iṣ-ri-i aḫi-ia ḫa-ta-
ni-ia ša a-ra-am-mu-uš u
ša i-ra-'-a-ma-an-ni ki-bí ma
um-ma Du-uš-rat-ta šarru rabû
šar (mâtu) Mi-ta-an-ni aḫu-ka
i-mu-ka u ša i-ra-'-a-mu-ka
a-na ia-ši šul-mu a-na
aḫi-ia u a-na ḫa-at-ni-ia lu-u
šul-mu a-na bîtâti-ka a-na
aššâti-ka a-na rabûti-ka a-na amili-ka
a-na narkabâti-ka a-na sisi-ka a-na
mâti-ka u a-na mim[1]-mu-ka dann-iš[2]
lu-u šul-mu

Zu Nimmuria, dem grossen König, dem König von Aegypten, meinem Bruder und Schwiegersohne, den ich liebe, und der mich liebt, sprich folgendermaassen: Dušratta, der grosse König, König von Mitâni (ist) dein Bruder und Schwiegervater, der dich liebt: mir Heil, meinem Bruder und Schwiegersohne Heil; deinen Häusern, Frauen, Grossen, Leuten, Streitwägen, Rossen, deinem Lande und deinem Allen sehr Heil.

Z. 25 wird der tar-gu-ma-an-[nu] Ḫa-ni-i erwähnt.

2. Eine etwas umfangreiche Tafel, von der noch über 80 Zeilen erhalten sind; der Name des Empfängers wird [Ni-im-]mu-a-ri-ia geschrieben. Zu mehreren Malen wird die Gemahlin des Empfängers, die *bilti Miṣrí* erwähnt, ohne dass sie mit Namen genannt würde (s. Nr. 4). Der Name des Landes Ḫa-ni-rab-bat findet sich Vs. 2, 17. Merkwürdig ist das schlechte Assyrisch, namentlich die Verwechselung von *d* und *t*: vergl. tu-ul-la Arbeit (Vs. 21, 22), in den babylonischen Tafeln du-ul-lu geschrieben, und du-ši-i-bi-la = tušibila du schicktest (Nr. 3, Vs. 32, 34), du-ul-ti-i-bi-la = tultibila (ebendas. 33), du-ur-ru = turru (ebendas. 26); ferner Wechsel von *g* und *k*: ina-pâni-gu-nu = pânikunu (Nr. 3, Vs. 30); il-li-gu = illiku (ebendas. 37). Der Schluss der Tafel lautet:

u aḫi-ia ḫurâṣu ma-'-ta ša?
la ib-ša li-ši-bi-la u ak-ka-at
a-bi-ia aḫi-ia li-i-ti-ir-an-ni

Auch hat mein Bruder mir viel Gold ohne Fehl (?) geschickt und die Tributgegenstände (?) meines

[1]
[2]

ki-i-mi-i aḫi-ia ra-ʾ-mu-ti
u- ki-i-mi-i aḫi-ia a-na
pa-ni mâti-ia ki-i-mi-i a-na
pa-ni amilu (pl.)-u pa-ru-ti-ia
aḫi-ia ma-ʾ-ta u-pa-ra-ḫa-an-
ni...-im u ....-li-id-ḳa-ma
a-na da-ra-tim-ma ša aḫi-ia
ša lib-bi-šu lu-bu-uš u aḫi-ia
ad-du-ia ša lib-bi-ia li-bu-uš
ki-mi-i a-mi-lu-u-tum
Šamšu i-ra-ʾ-am-šu u ki-i
i-na-an-na ni-i-nu ili-(pl.)-u
.... a-na da-
a-ra-tim-ma ....
i-ni-ir-ta-ʾ-a-am.

Vaters hat mein Bruder mir zurückgeschickt. Wie mein Bruder Freundschaft..., wie mein Bruder meinem Lande und den Leuten meiner..... vieles........ und..... so will in Ewigkeit ich thun, was meines Bruders Wunsch ist; und mein Bruder, mein Freund (?), möge thun, was mein Wunsch ist; wie die Leute die Sonne lieben und wie jetzt wir die Götter.... .... so wollen .... in Ewigkeit .... wir [uns?] lieben.

Es folgt die Aufzählung der zugleich übersandten Geschenke.

3. Die Tafel, welche den Vermerk des aegyptischen Schreibers trägt,[1] erwähnt das gute Einvernehmen, in welchem der Vater Amenophis' III, Thutmosis IV., genannt Mi-im-mu-ri-ia, Mi-im-mu-u-ri-ia (= Men-ḫeprû-Ra) zu Dušratta gestanden habe: Vs. Z. 13. u a-bu-ka Mi-mu-ri-ia a-ma-ta an-ni-ta i-na dub-bi-šu iḳ-bi; nämlich Z. 11. u a-na-ku it-ti aḫi-ia ra-a-[mu-ta] ul tar-ḫa-ku. Nachdem dann die unvermeidlichen Auseinandersetzungen über die beiderseitigen Geschenke gefolgt sind, fährt er fort (Vs. 37):

u Ḫa-a-maš-ši (amilu) mâr ši-pri-šu ša
aḫi-ia pa-za-du a-na ili-ia il-li-
gu u pa-za-du ša aḫi-ia a-ma-ti-
šu iḳ-bu-u ma iš-mu-u u
a-ka-an-na aḳ-ta[-bi?] ki-i-
mi-i it-ti Mi-im-mu-ri-ia
a-bi-ka ar-ta-na-ʾ-a-mu mi
u u šu it-ti Na-ap-
ḫur-ri-ia ar-ta-na-ʾ-am-mi
dann-iš u a-ka-an-na a-na
Ḫa-a-maš-ši (amilu) mâr šipri-
ka aḳ-ta-bi

Ḫâmašši, der Bote meines Bruders ist zu mir gekommen und hat mir die Botschaft meines Bruders verkündet. Ich habe sie vernommen und gesagt: wie ich mit Mimmuria, deinem Vater, Freundschaft gehalten habe und ...., will ich Naphûria Freundschaft halten. So sprach ich zu Ḫâmašši, deinem Boten.

[1] Vergl. Sitzung vom 5. Mai. S. 2.

Es wird danach anzunehmen sein, dass Amenophis III. gegen Ende seines Lebens sich bemüht hat, das gute Einvernehmen, in welchem beide Reiche unter ihm und seinem Vorgänger gestanden, auch für die Regierung seines Sohnes und Nachfolgers Naphûria, wie es in den Mitâni-Tafeln heisst, zu sichern. Da nach dem Vermerke des aegyptischen Schreibers der Brief vielleicht im »zweiten Jahre« ankam, so wird dies dahin zu verstehen sein, dass die Antwort erst unter der Regierung Amenophis' IV. anlangte. Es ist jedoch wohl wahrscheinlicher anzunehmen, dass etwa das 32. oder 42. Jahr dagestanden hat, der Brief also gegen Ende der Regierung Amenophis' III. angekommen ist.[1] Die hieratische Bemerkung liest Hr. Prof. Erman folgendermaassen:



.... 2 ỉbd 1 prt hrw .... ỉwtw m nt rst m pȝ bḫn n Ḳȝ-m-ỉḫwt mitt n tȝ šʿt Nhrînȝ-ỉmn ỉpwtï Pt-r-ṯȝ ỉpw ......

[Jahr] 2 + X, erster Wintermonat, Tag ... als man (d. h. der Hof) in der Südresidenz (Theben) war in der Burg Ḳȝ-m ỉḫwt. Abschrift des Naharinabriefes, welchen der Bote Pt-r-ṯȝ und der Bote ..... gebracht haben.

4. An Amenophis IV. ist denn auch ein Schreiben gerichtet, welches sich durch seinen Umfang vor allen andern auszeichnet. Vom Namen des Empfängers ist nur das auslautende *-ia* erhalten, jedoch lässt der Inhalt keinen Zweifel darüber, dass es Naphûria = Amenophis IV. war. Freilich muss es auffallen, dass auch dieser, wie sein Vater, vom Absender, der nach dem Inhalte des Briefes Dušratta sein muss, ebenfalls als *hatânu*, Schwiegersohn, angeredet wird. Im Wesentlichen bespricht das Schreiben, das etwa 200 lange Zeilen enthielt, die Bedingungen des künftigen gegenseitigen Verhältnisses der beiden Könige, im Anschlusse an das gute Einvernehmen, welches bereits zwischen dem Schreibenden und dem Vater des Empfängers, Ni-im-mu-u-ri-ia, sowie dessen Gattin (aššatu rabitu Vs. Z. 7) Ti-i-i bestanden habe. Letztere wird einmal als Mutter Naphûria's bezeichnet.

5. Verschiedenartig von diesen Urkunden sind zwei umfangreiche Tafeln, welche Listen von verschiedenartigen Gegenständen enthalten. Über ihre Bedeutung belehrt uns die Unterschrift der einen:

[1] 36 Jahre sind für ihn bezeugt. S. Wiedemann, Gesch. S. 382.

an-nu-ti ḳišâti [cuneiform] gab-pa-šu-nu (?)
ma mi-im-ma ša Du-uš-rat-ta
šar Mi-ta-an-ni a-na Ni-im-
mu-ri-ia šar Mi-iṣ-ri-i aḫi-šu
ḫa-ta-ni-šu it-ta-din ......
...... marat-su a-na (mâtu)
Mi-iṣ-ri-i a-na Ni-im-mu-ri-ia
a-na aššat-ut-ti id-din (?)......
i-na û-mi-šu it-ta-diu-šu

Dieses sind die Geschenke der Mitgift allesammt, welche Dušratta, König von Mitâni Nimmuria, König von Aegypten, seinem Bruder und Schwiegersohn gab, [als er N. N., seine Tochter nach Aegypten Nimmuria zur Frau gab, damals gab er sie (die Geschenke) ihm].

Es muss uns auffällig erscheinen, dass ein Land, das eine solche bedeutende Rolle gespielt hat, wie Mitâni, späterhin, so gut wie ganz aus der Geschichte verschwunden erscheint. Bekanntlich[1] erwähnt Tiglat-Pileser I. noch einmal in seiner grossen Inschrift VI 63, dass er ina ḫuribti (mâtu) Mi-ta-a-ni u i-na (maḫâzu) A-ra-zi-ḳi ša pa-an (mâtu) Ḫa-at-ti, d. h. »in den Steppen von Mitâni und bei Araziḳi (Ἐραγιζα), welches (letztere!) vor dem Ḫatti-Lande liegt«, gejagt habe.[2] Danach ist also Mitâni deutlich das zwischen Baliḫ und Euphrat gelegene Gebiet. Seit dieser Erwähnung (um 1100) scheint der alte Name aber verschwunden zu sein, jedoch glaube ich, dass wir ihn noch einmal bei Assarhaddon wiederfinden. Derselbe nennt sich (Prisma II 22—26):

da-iš (mâtu) Bar-na-ki nakru
aḳ-ṣu a-ši-bu-ti (mâtu) Til-
A-šur-ri ša i-na pi-i niši
(maḫazu) Mi-iḫ-ra-nu (maḫazu)
[cuneiform]-ta-anu i-nam-bu-
u zi-kir-šu-nu.

Welcher niedertrat die Barnaki, die feindlichen, rebellischen, welche bewohnen Til-Aššur, dessen Namen man in der Sprache der Leute von Miḫranu [cuneiform]-tânu nennt.

Man kann sehr wohl annehmen, dass [cuneiform] hier den »Lautwerth *mi*« hat, das heisst, dass es zur Bezeichnung eines dem assyrischen Schreibers etwa wie *wĕ* klingenden Lautes verwendet wurde. Die Lage von Til-Aššur, des biblischen Telassar, stimmt mit der von Mitâni überein. Auch ist uns für jene Gegenden, die jedenfalls eine Mischbevölkerung von Hethitern und Semiten hatten, der Brauch doppelter Städtenamen noch in dem bekannten Falle (Salmanasser, Mon. II 36) von »Aššur-utîr-aṣbat, welches die Ḫatti Pitru (das biblische Pethor) nennen«, bezeugt. Naharina, das Land zwischen Baliḫ und Euphrat, wurde wohl hauptsächlich von Salmanasser I. (um 1300) Assyrien unter-

[1] Vergl. Sitzung vom 5. Mai S. 587.
[2] KB I S. 38.

worfen und »assyriasirt«. Die alten Städte erhielten neue assyrische Namen und wurden mit Assyrern bevölkert. So wurde Mitâni, Name von Stadt und Land zugleich, officiell und für die Assyrer zu Til-Aššur, während die hethitische Bevölkerung an dem alten Namen festhielt.

VIII. Während die bisher besprochenen Urkunden sämmtlich Briefe von Königen an ihren »Bruder« waren, stehen ihnen die übrigen, weit zahlreicheren als eine Gruppe für sich gegenüber. Dieselben sind zum grössten Theil von Leuten »an den König, ihren Herrn«, gerichtet, welche sich als seine »Diener« bezeichnen. Jedoch finden sich daneben auch einige, welche an höhere aegyptische Beamten gerichtet sind.

Die Zahl der in Berlin und Bulaq befindlichen Exemplare dieser Briefe beläuft sich auf mehr als 150, wenn man die Fragmente mitzählt, und es liegt daher auf der Hand, dass eine ausreichende Übersicht nur in einer umfangreicheren Arbeit gegeben werden kann. Es muss hier genügen einige der bedeutendsten Gruppen und interessantesten Urkunden namhaft zu machen, sowie an ein paar Beispielen ihre Sprache und Wesen zu veranschaulichen.

Besonders zahlreich[1] und meist auch umfangreich sind die Briefe, welche ein gewisser Rib-Addu (geschrieben Ri-ib [cuneiform] und Ri-ib-Ad-du), von Dula ([cuneiform]) an den König schreibt. Mehrere derselben zeichnen sich durch die gelbe, lehmartige Farbe des Thones aus, doch ist eine Anzahl auch aus anderem Material gefertigt. Die Schrift ist wie bei allen diesen Urkunden ungeschickt und schwierig zu lesen, wenn auch nicht so grob und plump wie die vieler der kleineren Briefe. Besonders häufig wird darin der Stadt Ṣu-mu-ra, worin wir jedenfalls das biblische צמר zu sehen haben, gedacht. Ein anderer aegyptischer Beamter, von dem zahlreiche Briefe (in Berlin und Bulaq) sich finden, ist A-zi-ru. Er schreibt an seinen Vater Du-u-du und an seinen »Bruder« Ḫa-a-i über Vorkommnisse in Palästina, namentlich aus der Nähe von Tunip (Du-ni-ip) und des vom König der Ḫa-at-ti bedrohten Landes Nuḫašši ([cuneiform]).

Ebenfalls zahlreich vertreten sind die Briefe von La-ap-a-pi an den König.

Aus der Menge der übrigen seien vorläufig noch erwähnt:

Eine solche von Zi-im-ri-id-di (amîlu) ḫa-za-nu (maḫâzu) Zi-du-na (ki) d. i. Zimriddi, Stadtpräfect von Sidon, »an den König meinen Herrn«. (Berlin.)

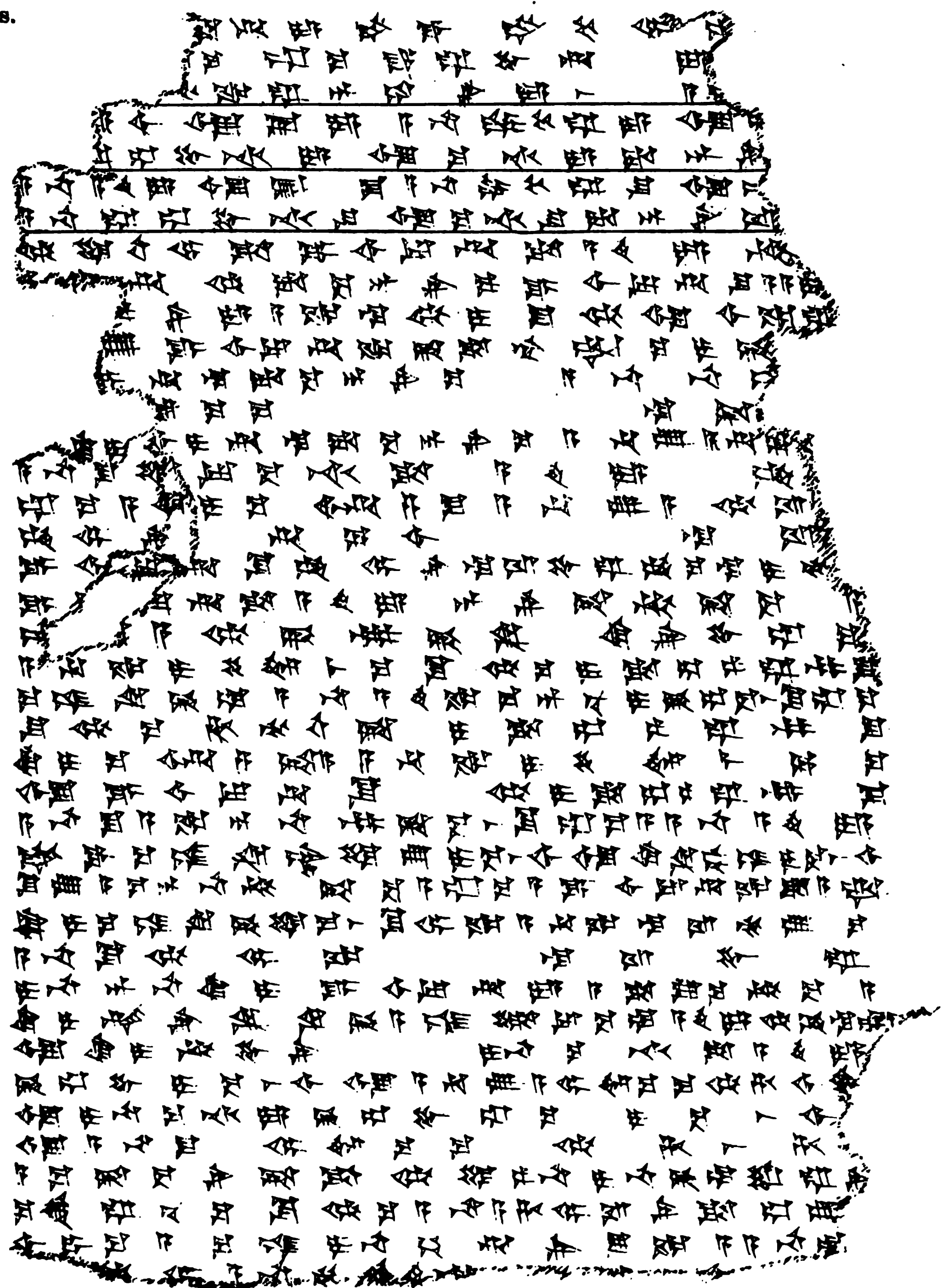
Ferner eine solche von [cuneiform] d. i. Abd-[2]

---

[1] In Berlin allein über 20, in Bulaq 5, einer in Privatbesitz.

[2] Vergl. V R 28, 65.

Vs.



Burnaburiaš-Tafel im K. Museum zu Berlin
bez. VA. Th. 150.

1888.
LII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

20. December. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

Hr. Vahlen las über ein Alexandrinisches Gedicht des Catullus.

Die Mittheilung folgt umstehend.

Über ein Alexandrinisches Gedicht des Catullus.

Von J. Vahlen.

Ein verschriebener und noch nicht berichtigter Vers in dem 66. Gedicht der Catullischen Sammlung hat mich zu einem neuen Versuch gereizt das Räthsel zu lösen: ἐς Τροίαν πειρώμενοι ἦνθον Ἀχαιοί· πείρᾳ θην πάντα τελεῖται sagt die Alte bei Theocrit. Vielleicht gelingt es auch uns versuchend nach Troja zu kommen: wenn nicht, mag der neue Versuch zu den alten gelegt werden.

Das Gedicht ist nicht ohne eigenen Reiz. Dass es aus Callimachus übersetzt sei, sagt Catullus selbst in dem Begleitschreiben, mit welchem er es seinem Gönner Hortensius Ortalus übersendet, auf dessen Wunsch die Übersetzung gefertigt ist: *Ortale, mitto haec expressa tibi carmina Battiadae* (65, 15). Und die wenigen Überreste aus Callimachus' Gedicht lassen soviel erkennen, dass der römische Dichter getreulich auf der Fährte seines Vorgängers sich gehalten hat. So wirft es Licht auf die Beschäftigung des Catullus, und hilft die Vorstellung von Callimachus' Weise zu ergänzen; und da es seinen Inhalt aus Erlebnissen am Alexandrinischen Hof der Ptolemaeer geschöpft hat, erweckt es auch als historisches Denkmal Interesse. Nicht werthlos dürfte es scheinen, ein solches Gedicht dem Verständniss voll zu erschliessen, wer es könnte. Es liegt ihm aber zu Grunde die soweit sich erkennen lässt auf Callimachus und unser Gedicht als letzte Quelle zurückgehende Tradition, dass Conon der Astronom der Zeit ein unbenamtes Sternbild zwischen Jungfrau und Löwe (V. 65) die Haare der Berenice benannt hat. Diese Thatsache hat dem griechischen Dichter die Elegie eingegeben, in der er die Locke der Berenice selbst das Wort führen, ihr Erlebniss erzählen, ihren Empfindungen und Affecten manchfaltigen und lebhaften Ausdruck geben lässt. Mit Conon hebt sie an, ihn gleichsam zum Zeugen nehmend, dass sie wirklich das an den Himmel versetzte Haar der Königin sei. 'Conon, der alles sieht und weiss, was am Himmel geschieht, hat auch mich hell leuchtend am Firmament gesehen, mich das abgeschnittene Haar vom Scheitel der Berenice, das sie alle Götter anrufend gelobt in dem Augenblick als der König eben durch den

neuen Ehebund beglückt auszog das Assyrische Land zu verwüsten, die Spuren noch tragend von dem nächtlichen Streit, den er um die Spolien ihrer Jungfrauschaft ausgefochten.'

Omnia qui magni dispexit lumina mundi,
qui . . . .
idem me ille Conon caelesti in lumine vidit
e Bereniceo vertice caesariem
fulgentem clare, quam cunctis illa deorum
levia protendens bracchia pollicita est,
qua rex tempestate novo auctus hymenaeo
vastatum finis iverat Assyrios,
dulcia nocturnae portans vestigia rixae
quam de virgineis gesserat exuviis.

Schon im Begriff, in raschem Zug den Hergang ganz zu erzählen, der sie vom Haupt ihrer Königin an den Himmel versetzt hat, hält sie inne, flicht einen Nebengedanken ein, um, nachdem sie diesen abgeschlossen, den Faden der Erzählung auf dem Punkte wieder aufzunehmen, auf dem sie ihn fallen liess.

estne novis nuptis odio Venus? anne[1] parentum
frustrantur falsis gaudia lacrimulis,
ubertim thalami quas intra limina fundunt?
non ita me divi vera gemunt iuerint.
id mea me multis docuit regina querellis
invisente novo proelia torva viro.
at tu non orbum luxti deserta cubile,
sed fratris cari flebile discidium?
quam penitus maestas exedit cura medullas!
ut tibi tum toto pectore sollicitae
sensibus ereptis mens excidit! at te ego certe
cognoram a parva virgine magnanimam.
anne bonum oblita es facinus quo regium adepta's
coniugium, quo non fortius ausit alis?
sed tum maesta virum mittens quae verba locuta es!
Iuppiter, ut tristi lumina saepe manu!
quis te mutavit tantus deus? an quod amantes
non longe a caro corpore abesse volunt?

Die Locke will den scheinbaren Widerspruch lösen zwischen der rixa nocturna, deren Zeuge sie war, und der Inbrunst, mit der die junge

---

[1] Wie *atque* der Handschriften sich verstehen lasse, ist mir unklar: vielleicht zeigt obige Paraphrase, dass nur die Gegenfrage mit *anne*, das die Itali setzten, dem Zusammenhang sich anpasst. Was man sonst an diesen Worten versucht hat, scheint mir grundlos und hinfällig zu sein.

Königin beim Abzug ihres Neuvermählten im Fall seiner Rückkehr den köstlichen Haarschmuck den Göttern darzubringen gelobt hat. 'Ist den Neuvermählten Venus wirklich ein Greuel, oder sind es nur falsche Thränen, die sie der Eltern Freuden zerstörend im Brautgemach reichlich vergiessen?' Der Gedanke ist ein allgemeiner und hat seine Unterlage an dem, was gemeinhin zu geschehen pflegt; weshalb der Hymenaeus predigt (62, 60)

at tu ne pugna cum tali coniuge, virgo.
non aequum est pugnare, pater cui tradidit ipse,
ipse pater cum matre, quibus parere necessest.
virginitas non tota tua est, ex parte parentumst:
tertia pars patrist, pars est data tertia matri,
tertia sola tua est. noli pugnare duobus,
qui genero sua iura simul cum dote dederunt.

Um so grundloser die Vermuthung von Droysen (Gesch. d. Hellen. 3, 1 S. 347), *parentum* V. 15 enthalte ein Anzeichen dafür, dass bei Berenice's Vermählung der Vater des Bräutigams, Ptolemaeus Philadelphus, noch am Leben gewesen sei. Dass dies nicht der Fall war, werden andere Gründe zeigen: hier wird Bezugnahme darauf nur auf Kosten des Gedankens eingezwängt. Auf die allgemein gehaltene Frage aber giebt Berenice's Verhalten die Antwort. 'Wahrhafte Thränen sind es nicht, die die Bräute im Thalamus vergiessen: das hat mich meine Königin mit ihren Klagen gelehrt, als ihr junger Gemahl in den Krieg zog; es müsste denn sein, dass sie nicht dem verödeten Ehebett, sondern dem Abschied eines lieben Bruders gegolten.' Bruder konnte der König wohl heissen, obwohl er der leibliche nicht war, sei es nach Aegyptischem Brauch Gatten auch die es nicht waren, was sie sein konnten, Bruder und Schwester zu nennen, oder im Hinblick auf ein weiteres verwandtschaftliches Verhältniss, das thatsächlich bestand. Der Gegensatz aber dient allein, die eheliche Gemeinschaft, auf die alles ankam, zu heben. 'Wie sind dir damals die Sinne vergangen, wie hat dich die Sorge bis in das Mark verzehrt! Und doch habe ich dich schon als kleines Mädchen Mannesmuth bewähren sehen. Erinnerst du dich nicht der edlen That, die du (als junges Mädchen, verstehen wir) vollzogen, durch die du den Ehbund mit dem Könige erlangt hast, und die mehr Muth verlangte als irgend eine andere.' Die geschichtliche Anspielung empfängt Licht aus dem von den Interpreten angezogenen Bericht des Justinus,[1] 'dass Magas, der König von Cyrene,

[1] 26, 3 *per idem tempus rex Cyrenarum Magas decedit, qui ante infirmitatem Beronicen unicam filiam ad finienda cum Ptolemaeo fratre certamina filio eius desponderat. sed post mortem regis mater virginis Arsinoe ut invita se contractum matrimonium solveretur, misit qui ad nuptias virginis regnumque Cyrenarum Demetrium fratrem regis Antigoni a*

kurz vor seinem Ende, um mit König Ptolemaeus Philadelphus den Frieden zu befestigen, dem Sohne desselben seine einzige Tochter Berenice versprochen habe, dass aber nach Magas' Tode die Mutter derselben, Arsinoe, wie sie bei Justinus, Apama, wie sie sonst genannt wird, mit jenem Verlöbniss nicht einverstanden, Demetrius dem Schönen, dem Bruder des Königs Antigonus, ihrer Tochter Hand und den Thron von Cyrene angetragen habe, der angekommen, nachdem er sich durch hochmüthiges Gebahren und die Buhlschaft mit seiner künftigen Schwiegermutter verhasst gemacht hatte, auf Antrieb und unter thätiger Theilnahme der Tochter ermordet worden sei.' Hierin ist es gestattet, das *bonum facinus quo non fortius ausit alis* (27) aus Berenice's Jugend zu erkennen, an das die Locke erinnert, und gut fügt sich zu dieser Annahme der Ausdruck *quo regium adepta es coniugium* (27); denn gelang es nicht Demetrius zu beseitigen, war für sie die von ihrem Vater in Aussicht genommene Vermählung mit Ptolemaeus' Sohn verloren; womit Justinus' Schlussbemerkung stimmt, dass Demetrius' Tod ihr gestattet habe, in der Wahl des Bräutigams dem Wunsch ihres Vaters zu folgen. Die Locke hatte guten Grund, die grosse Jugend Berenice's bei jenem beherzten Wagestück zu betonen, bei Justinus tritt dies nicht so hervor, doch wird sich zeigen, dass auch seiner Darstellung dieselbe Voraussetzung zu Grunde liegt. 'Woher also, fragt die Locke weiter, dieser Wandel und wer hat ihn herbeigeführt, dass du, die in früher Jugend schon so tapfer und muthig war, jetzt vom Schmerz aufgelöst warst, da du den Gatten entliessest?' und fügt in fragender Form die Antwort hinzu 'doch wohl nur weil Liebende von dem geliebten Körper nicht getrennt sein wollen.' Was denn Beweises genug ist, dass die novae nuptae nicht odio Veneris sich sträuben (rixantur). So kehrt der Gedanke zum Anfang zurück, und schliesst die Digression rund ab. Digressionen, leicht abbiegend und da wieder einsetzend, wo sie abbogen, sind in Alexandrinischem Geschmack, und wer vergleichen will, kann dieselbe Kunst in Catulls Epopöe (64) und in der Elegie an M'. Allius (68), beide nach Alexandrinischem Muster gearbeitet, in wiederholten Beispielen erkennen, von Callimachus erhaltenen Gedichten im Hymnus

---

Macedonia arcesserent, qui et ipse ex filia Ptolemaei procreatus erat. sed nec Demetrius moram fecit. itaque cum secundante vento celeriter Cyrenas advolasset, fiducia pulchritudinis, quia animis placere socrus coeperat, statim a principio superbus regiae familiae militibusque impotens erat studiumque placendi a virgine in matrem contulerat. quae res suspecta primo virgini dein popularibus militibusque invisa fuit. itaque versis omnium animis in Ptolemaei filium insidiae Demetrio comparantur, cui cum in lectum socrus concessisset percussores immittuntur. sed Arsinoe audita voce filiae ad fores stantis et praecipientis ut matri parceretur adulterum paulisper corpore suo protexit. quo interfecto Beronice et stupra matris salva pietate ulta est et in matrimonio sortiendo iudicium patris secuta.

auf Artemis V. 51—79. Die unsrige hat ihre Gedanken fein zugespitzt und ihre wiederholten Fragen und Antworten und ironischen Suppositionen streifen an gesuchte Kunst, die den Alexandrinischen Dichtern nicht fremd war, wie Callimachus z. B. an der rhetorisierenden Frage besonderes Wohlgefallen verräth (3, 113. 116. 119. 183; 4, 82). Der Dichter aber hat erreicht, was er bezweckte, durch Zurückgreifen auf älteres Erlebniss die Gemüthsbewegung der Königin, aus der das Gelübde des Haarschmuckes floss, durch den Gegensatz in hellere Beleuchtung zu rücken.

Daran anknüpfend, fährt die Locke fort, in dem raschen Ton der Erzählung, in dem sie begann: 'Und da (unter diesen Umständen) versprach sie mich Stieropfer darbringend den Göttern für den Fall, dass der König heimkehre; der hatte in nicht langer Zeit Asien erobert und zu Aegypten geschlagen; dafür muss ich, den Himmlischen dargebracht, das alte Gelübde mit neuer Gabe lösen.'

atque ibi me cunctis pro dulci coniuge divis
non sine taurino sanguine pollicita es,
si reditum tetulisset. is haut in tempore longo
captam Asiam Aegypti finibus addiderat.
quis ego pro factis caelesti reddita coetu
pristina vota novo munere dissoluo.

Dann hält sie wieder inne: der Gedanke, vom Haupt ihrer Herrin abgeschnitten zu sein, lässt sie ihre Gefühle und Verwünschungen strömen, erregt und lebendig, so dass man einen Augenblick vergisst, die Haarlocke ist es, die das Wort führt. 'Wider Willen bin ich von deinem Scheitel gewichen, o Königin, wider Willen, ich schwöre es bei deinem Haupt, bei dem Niemand ungestraft meineidig schwören soll. Aber wer will es mit dem Eisen aufnehmen? Ist doch selbst der Berg durchbrochen worden, der höchste, den die Sonne bescheint, als die Perser ein neues Meer schufen und die Persische Mannschaft mitten durch den Athos steuerte. Hole der Henker das ganze Geschlecht der Chalyber und wer zuerst Erzadern unter der Erde gesucht und des Eisens Härte geschmiedet hat.'

invita, o regina, tuo de vertice cessi,
invita: adiuro teque tuumque caput,
digna ferat quod si quis inaniter adiurarit:
sed qui se ferro postulet esse parem?
ille quoque[1] eversus mons est quem maximum in orbe

---

[1] Man sollte

sed qui se ferro postulet esse parem,
quo ille quoque eversus mons est, quem...

erwarten, denn verstanden ist *ille quoque mons ferro eversus est*, und könnte für die

progenies Thiae clara supervehitur,
cum Medi peperere novum mare cumque iuventus
per medium classi barbara navit Athon.
quid facient crines, cum ferro talia cedant?
Iuppiter, ut Chalybon omne genus pereat,
et qui principio sub terra quaerere venas
institit ac ferri stringere duritiem!

Es folgt der Hauptheil der Erzählung, der das letzte Geschick der Locke enthält. Wie das abgeschnittene und in einem Tempel als Gelübde niedergelegte Haar der Königin von da entwendet, an den Himmel unter die Sterne versetzt sei, das durch den Mund der Locke zu enthüllen, war der Phantasie des Dichters, der sich bisher an Gegebenes hielt, freiester Spielraum eröffnet; und indem er den Hergang zu einem Interesse der Ptolemaeischen Königsfamilie stempelt und mannichfache Bezugnahme auf thatsächliche Verhältnisse einmischt, hat er dem Erklärer, der mühsam zusammensucht, was zeitgenössischen Lesern des Callimachus unmittelbar gegenwärtig war, grosse, kaum mehr ganz zu bezwingende Schwierigkeiten bereitet. Zum Unglück fällt in diesen Theil auch die Versverderbniss, an deren Berichtigung mich versuchen zu wollen ich Eingangs versprach. Es hat aber der Dichter als treibendes Element in den Mittelpunkt gestellt die Arsinoe, die Gemahlin und Schwester des Ptolemaeus Philadelphus, die von ihm, bei Lebzeiten oder nach ihrem Tode, unter die Götter versetzt, als Ἀρσινόη Ἀφροδίτη göttliche Ehren genoss. Sie ist es, die vermittelnd eingreift, zu Ehren des Königshauses, dem geweihten Haar der Königin den verdienten Platz am Himmel anzuweisen. Denn so erzählt die Locke. ‘Noch weinten um des ab-

---

Elision auf analoges *Cum interea, Cum in cinerem* 64, 305. 350 sich berufen. Doch dass man nicht zu streng urtheilen dürfe, kann Ovid zeigen, Am. 3, 12, 21

per nos Scylla patri canos furata capillos
pube premit rabidos inguinibusque canes:
nos pedibus pinnas dedimus, nos crinibus angues:
victor Abantiades alite fertur equo:
idem per spatium Tityon porreximus ingens
et tria vipereo fecimus ora cani:
fecimus Enceladon iaculantem mille lacertis,
ambiguae captos virginis ore viros:
Aeolios Ithacis inclusimus utribus euros:
proditor in medio Tantalus amne sitit:
de Niobe silicem, de virgine fecimus ursam:
concinit Odrysium Cecropis ales Ityn:
Iuppiter aut in aves aut se transformat in aurum
aut secat imposita virgine taurus aquas.

Denn wir verstehen *per nos victor* 24; *per nos proditor* 30; *per nos concinit* 32; *per nos Iuppiter* 33.

getrennten Haares Schicksal die Schwestern, da stellt sich des Aethiopen Memnon Bruder die Luft mit nickendem Flügelschlag forttreibend ein, der Arsinoe, der Locrerin, geflügeltes Ross; und der mich weghebend eilt durch die aetherischen Schatten davon und legt mich der Venus in den keuschen Schooss. Sie hatte selbst, die Göttin vom Zephyrion, ihren Diener dazu entsendet, die Griechin, die am Canopischen Gestade angesiedelt . . . damit in dem bunten Himmelslicht nicht bloss von Ariadne's Schläfen ein goldener Kranz befestiget sei, sondern ich auch, des blonden Scheitels zum Gelübde dargebrachter Raub erglänzte, versetzte mich, die thränenbefeuchtet zu den Wohnungen der Himmlischen folgte, die Göttin als neues Gestirn unter die alten.'

abiunctae paullo ante comae mea fata sorores
lugebant, cum se Memnonis Aethiopis
unigena impellens nutantibus aera pennis
obtulit Arsinoes Locridos ales equus.
isque per aetherias me tollens avolat umbras
et Veneris casto collocat in gremio.
ipsa suum Zephyritis eo famulum legarat,
Graia Canopiis incola litoribus.
hi dii ven ibi vario ne solum in lumine caeli
ex Ariadneis aurea temporibus
fixa corona foret sed nos quoque fulgeremus
devotae flavi verticis exuviae,
uvidulam a fletu cedentem ad templa deum me
sidus in antiquis diva novum posuit.

Wo, in welchem Tempel die, wie es hiess, 'allen Göttern' gelobte Locke niedergelegt war, hat Catull oder Callimachus nicht angedeutet. Dass es ein Heiligthum der Arsinoe selbst gewesen sei, hat Hyginus, der es angiebt, wie anderes aus Catull's Worten erschlossen;[1] aber es ist nicht glaublich, wenn anders eine zusammenhängende Vorstellung bestehen soll. Unter dem geflügelten Ross, dem Bruder des Aethiopen Memnon, verstehe ich nach Monti's neuester Zeit mit nicht triftigen Gründen bestrittenen Erklärung den Strauss. Die von Monti angezogene und zur Aufhellung des Catullischen Verses gewendete Angabe des Pausanias über ein Erzdenkmal dieser Arsinoe, in welchem sie von einem Strauss getragen dargestellt sei,[2] lässt Beziehungen der Königin Arsinoe zu den aus Aethiopien bezogenen

[1] Astron. 2, 24 *quo voto damnatam crinem in Veneris Arsinoes Zephyritidis posuisse templo eumque postero die non comparuisse.* Vgl. Robert Eratosth. catasterism. reliq. S. 5.

[2] 9. 31 *καὶ Ἀρσινόης ἐστὶν ἐν Ἑλικῶνι εἰκών, ἣν Πτολεμαῖος ἔγημεν ἀδελφὸς ὤν·*

Straussen erkennen oder vermuthen, die für den Alexandrinischen Dichter ausreichend sein konnten, ihr diesen Boten für den beabsichtigten Zweck beizulegen, und er gewann damit ein anschauliches, durch das Groteske der Vorstellung anziehendes Bild, der Strauss die Haarlocke, die er an ihrem Orte aufhob, bringend und seiner Herrin in den Schooss legend. Wenn es nun heisst, 'sie selbst, die Zephyritis, hatte ihren Diener dazu entsendet, die Griechin am Canopischen Ufer angesiedelt', so gewinnt es den Anschein, dass hierin zugleich der Punkt bezeichnet sei, von wo die Entsendung des Boten geschah, und wohin er nach Ausrichtung seines Auftrags zurückzukehren hatte. Ein Heiligthum der Arsinoe auf einem Zephyrion an der Aegyptischen Küste, von dem sie selbst den Beinamen Zephyritis trägt, bezeugt Stephanus Byz. s. v. *Ζεφύριον· ἔστι καὶ ἄκρα τῆς Αἰγύπτου, ἀφ' ἧς ἡ Ἀφροδίτη [καὶ] Ἀρσινόη Ζεφυρῖτις, ὡς Καλλίμαχος*; und Athen. 7, 19 p. 318d führt ein Epigramm des Posidippus *εἰς τὴν ἐν τῷ Ζεφυρίῳ τιμωμένην ταύτην Ἀφροδίτην* an, worin es u. a. heisst: *τοῦτο .. τῆς Φιλαδέλφου Κύπριδος ἱλάσκεσθαι ἱερὸν Ἀρσινόης· ἣν ἀνακοιρανέουσαν ἐπὶ Ζεφυρηΐδος ἀκτῆς .. θήκατο Καλλικράτης.*[1] Ist nun auch der Beiname nicht an den Ort gebunden, von dem er entlehnt ist, so räth doch hier die Gedankenform beabsichtigte Bezeichnung der Örtlichkeit anzunehmen. Und an diese in ihrem Heiligthum auf dem Zephyrion aufgestellte *Κύπρις Ἀρσινόη, Ἀφροδίτη Ἀρσινόη*, wie sie in den angeführten Zeugnissen genannt wird, denken wir auch bei (V. 56) *Veneris casto collocat in gremio.*[2] Denn wie die hier gehäuften Namen *Arsinoe Locris*[3] *Zephyritis* die consecrierte, durch Tempel und Götterbild verehrte Arsinoe bezeichnen (ganz wie dieselbe apotheosierte Arsinoe in Callimachus' Epigramm bei Athen. a. a. O., das eine Weihung an sie enthält, in wenigen Versen hinter einander *Ζεφυρῖτι, Κύπρι, Ἀρσινόη* angeredet wird), so ist auch im Übrigen in Catull's Worten nichts enthalten, das uns nöthigen könnte, *Veneris* V. 56 mit den Interpreten lieber von der im Himmel wohnenden Göttin als ihrem irdischen Gleichbild im Tempel zu verstehen. Entgehen wir bei dieser Auffassung der Nothwendigkeit den

---

τὴν δὲ Ἀρσινόην στρουθὸς φέρει χαλκῆ τῶν ἀπτήνων· πτερὰ μὲν γε καὶ αὗται κατὰ ταὐτὰ ταῖς ἄλλαις φύουσιν, ὑπὸ δὲ βάρους καὶ διὰ μέγεθος οὐχ οἷά τέ ἐστιν ἀνέχειν σφᾶς ἐς τὸν ἀέρα τὰ πτερά.

[1] Vgl. U. von Wilamowitz-Moellendorff Philol. Unters. 4 S. 88.

[2] Seneca ad Helv. 10,8 *lauream in Capitolini Iovis gremio reposuerat.*

[3] In dem überlieferten *elocridicos* (V. 54) sehe ich nichts als *Locridos*, das Bentley schrieb, für das *locridicos* verschrieben ward, wie 64, 3 *fasidicos* für *fasidos* (*Phasidos*). *Cypridos* zu setzen nach einem Einfall von Bergk, hat keine Wahrscheinlichkeit. Auch zweifle ich nicht, dass die Benennung *Locris* mit der anderen *Zephyritis* in Zusammenhang steht, wenn er auch heute vielleicht nicht mehr ganz aufzuklären ist.

Strauss, wie Aristophanes den Kantharos, bis hinauf zu den Götterwohnungen fliegen zu lassen, so hat auch der V. 63 *uvidulam a fletu cedentem ad templa deum* so erst seinen rechten Platz, der zu spät käme, wenn schon V. 55. 56 an den Flug durch die Lüfte gedacht wäre.[1] So also ist es die Göttin selbst, die, nachdem der Strauss die entwendete Locke in ihrem Tempel ihr in den Schooss gelegt hat, sie, die thränenbefeuchtet ihr hinauf zu den himmlischen Regionen folgt, unter die Sterne einreiht. Das Motiv aber, das sie dazu bestimmt, enthalten die Verse 59 ff. mit dem zerrütteten Anfang.

hi dii ven ibi vario ne solum in lumine caeli
  ex Ariadneis aurea temporibus
fixa corona foret sed nos quoque fulgeremus
  devotae flavi verticis exuviae,
uvidulam a fletu cedentem ad templa deum me
  sidus in antiquis diva novum posuit.

Wie weit die Verderbniss reicht, d. h. wieviel von den dastehenden Worten und Silben zur Berichtigung verwendet werden dürfe, ist verschieden beurtheilt worden. Hr. Robinson Ellis hat selbst *vario* mit zum Verderbten gezogen, aber seine Herstellung *Hic iuveni Ismario ne s.* schliesst sich zwar den überlieferten Zügen überraschend an, stört aber das Gleichgewicht der Gegensätze *ne solum in l. c. ex Ariadneis aurea temporibus fixa corona foret sed nos quoque fulgeremus* cet. und nöthigt dem Leser, der kaum umhin kann, das an den Anfang gestellte *iuveni Ismario* auf beide Theile des Satzes zu beziehen, eine unmögliche Gedankenform auf. Haupt und Ritschl meinten, nicht bloss *vario*, auch *ibi* sei nicht anzutasten, das in temporalem Sinne genommen (wie V. 33) den Zusammenhang mit dem vorangegangenen vermittele. Aus dem übrigen gewann Ritschl, um *solum* zu stützen, *Numen ibi vario*, wenig klar im Gedanken, in der Form aber unnöthig, da *solum*, das zu *Ariadneis temporibus* gehörig den richtigen Gegen-

[1] *per aetherias umbras* (V. 55) verstehe ich von den Schatten der Nacht; und meine, dass weder *avolat* noch *tollens* nöthige an den Flug durch den Aether zu denken. Gegen den Strauss hat sich (aus Gründen, die meine Auffassung nicht treffen würden) neuestens auch Hr. A. Kalkmann erklärt, der in seiner gelehrten Abhandlung über 'Aphrodite auf dem Schwan' (Jahrb. d. kais. deutsch. archaeol. Institus Bd. 1. 1886. 4. Heft S. 236 ff.) den Schwan zum geflügelten Boten der Venus Arsinoe zu machen geneigt ist. Doch ist es mir nicht möglich gewesen den geistreichen Gedanken mit der Darstellung des Catullus in rechten Einklang zu bringen. Das gilt auch von *uvidulam a fluctu* V. 63, das Hr. Kalkmann beibehalten wissen will und auf das Hervortauchen des Sterns aus der Meeresfluth deutet: schön an sich, aber es gelingt mir nicht, diese Anschauung dem Zusammenhang einzufügen, und er selbst hat es unterlassen, durch genauere Darlegung seiner Vorstellung dem Interpreten zu Hülfe zu kommen.

satz zu *sed nos quoque* bezeichnet, einer Stütze nicht bedurfte,[1] Haupt *Arduei ibi vario* — ein Epitheton zu *caeli*, dergleichen auch andere versucht haben, *Siderei vario*, *Hic nivei vario*, ohne *ibi* zu schonen. Aber ein Attribut bei *caeli* wirkt eher belastend als dass es begehrt wäre, und selbst Haupt's *Arduei*, obwohl es rein äusserlicher Betrachtung verdankt wird, springt doch nicht so aus den verwischten Schriftzügen hervor, dass man darin das Ursprüngliche zu erkennen geneigt sein könnte. Aber wenn auch, würde *ibi* doch nur einen schwachen Faden abgeben, diesen Theil der Erzählung mit dem vorangegangenen Satze zu verbinden (57) *ipsa suum Zephyritis eo famulum legarat Graia Canopiis incola litoribus*, der vielmehr eine Begründung erheischt, die erkennen lässt, woraus die Coma geschlossen, dass Arsinoe selbst es war, die ihren Boten zu dem bezeichneten Zweck entsendet hatte. Aus diesem Gedankenverhältniss, das auch die Verderbniss nicht ganz verwischen konnte, folgt auch, dass der Satz *vario ne solum in l. c.* nicht an dem vorigen hängt, sondern die unleserlichen Worte einen neuen begründenden Satz begannen, der in seinem Kern auch so noch deutlich erkennbar ist: 'damit nicht von Ariadne's Schläfen allein ein Kranz am Himmel hänge, sondern ich auch die abgeschnittene Zier des blonden Scheitels ebenda erglänze, wies die Göttin mir unter den Sternen einen Platz an.' Was war es denn also, was die Göttin antrieb, Berenice's Haarlocke den Sternen einzureihen? Eifersucht war es und Neid: der Ariadne missgönnend den Vorzug, den sie bisher allein genoss, sucht sie einen gleichen Berenice's Haupthaar anzueignen. So sah es die Locke an, welche die Trennung nicht bitterer empfand als die Versetzung an den Himmel: aus ihrer Seele muss eine angemessene Ergänzung des Gedankens sich gewinnen lassen.

59 *invida enim* vario ne solum in lumine caeli
ex Ariadneis aurea temporibus
fixa corona foret sed *cet.*

welches eine sprachliche Verbindung ergiebt, wie in dem Vers des Aristophanes (Ritt. 880) κοὺκ ἔσϑ' ὅπως ἐκείνους οὐχὶ φϑονῶν ἔπαυσας, ἵνα μὴ ῥήτορες γένοιντο. Die Parallele zwischen Ariadne, des Dionysus und Berenice, des Ptolemaeus Gemahlin und dass vom Haupt der einen ein Kranz, vom Scheitel der anderen eine Locke als Sternbild glänzt, ist wie man leicht empfindet ein Kerngedanke des Gedichtes, und es entzieht ihm nichts, dass er seine besondere Färbung empfängt aus der Stimmung dessen, dem er in den Mund gelegt ist. — Die

---

[1] *ne in vario lumine caeli ex Ariadneis solum temporibus corona fixa foret:* woraus sich ergiebt, dass auch *sola* weder verlangt noch richtig war.

Berichtigung nimmt zur Voraussetzung, dass in den wie häufig zertrennten Silben *In vida en im* mit nicht seltener Verschreibung *diva* für *vida* gesetzt worden, was bei bekannten Eigenheiten dieser Überlieferung das Weitere nach sich zog.[1]

Die Locke schliesst ihre Erzählung, indem sie zur Versicherung, sie sei als neues Gestirn unter alte gesetzt worden, in kurzem Ausdruck die Umgebung bezeichnet, in die sie nach Anweisung der Göttin Venus Arsinoe eingetreten:

virginis et saevi contingens namque leonis
lumina Callisto iuxta Lycaonida
vertor in occasum tardum dux ante Booten
qui vix sero alto mergitur Oceano.

Dann aber giebt sie in erneutem Lauf bis zum Schluss des Gedichtes ihren Stimmungen und Wünschen in steigender Erregung Ausdruck.

sed quamquam me nocte premunt vestigia divum,
lux autem canae Tethyi restituit,
pace tua fari hic liceat, Rhamnusia virgo,
namque ego non ullo vera timore tegam,
nec si me infestis discerpent sidera dictis,
condita quin veri pectoris evoluam,
non his tam laetor rebus quam me afore semper
afore me a dominae vertice discrucior,
quicum ego, dum virgo quondam fuit, omnibus expers
unguentis, una milia multa bibi.

'Aber obwohl bei Nacht auf mir (dem Stern) die Götter wandeln, das Tageslicht mich wieder in die Fluthen des Oceans taucht,' — noch bevor sie das unehrerbietige Wort gegen die Götter ausstösst, bittet sie die jede Überhebung strafende Nemesis um Vergebung; denn sagen muss sie was sie denkt — 'keine Furcht kann mich bewegen, mögen auch die Sterne sich an mir vergreifen, meine wahre Herzensmeinung zu bergen': — dann erst vollendet sie die unterbrochene Rede: 'so freut mich das doch nicht so sehr, wie mich verdriesst, vom Scheitel meiner Herrin auf immer entfernt zu sein.' Die nächsten Worte (77. 78), schon nach ihrer Anknüpfung zu schliessen, müssen einen specifischen Grund enthalten, der den Kummer über diese Trennung erklärt, und richtig interpretiert und nicht durch kritische Willkür entstellt, enthalten sie ihn auch und bereiten allem Folgenden die unentbehrliche Unterlage:

[1] Falsche Silbentrennung und -verbindung s. 78, 10 *famuloque tanus* (*tenus*) für *fama loquet̃ anus*; 68, 91 *Que uetet id* für *Quaene etiã*. Im übrigen sei noch erwähnt, dass *di vaen* in *ven* überging wie 64, 66 *delapse* für *delapsa e* verschrieben worden (vgl. 80, 8) und *im* mit *ini iui ibi* in dieser Überlieferung leicht vertauscht ward.

77 quicum ego, dum virgo quondam fuit, omnibus expers
unguentis, una milia multa bibi.

Der Hinweis auf die Zeit, da die Königin noch Jungfrau war, und der Gegensatz in den Worten *omnibus expers unguentis* und *una milia multa* (*unguenti*) *bibi* lassen erkennen, dass die Coma von einer Zeit spricht, da sie Salben nicht gekannt, und einer anderen, da sie reichlich davon gekostet hat. Den Unterschied der Zeiten markiert *una*, das mit *quicum* verbunden (wie 68, 22. 23 *tecum una tota est nostra sepulta domus*) bedeutungslos wäre, hier in seiner Stellung von *milia multa bibi* nicht losgelöst werden kann und in dieser Verbindung denselben Dienst thut wie c. 37, 8 *non putatis ausurum me una ducentos inrumare sessores*. Ob man zu *una* ein Nomen aus dem Verbum ergänzt oder eine andere Ergänzung vorzieht, der Sinn kann nur sein 'Ein Mal, mit Einem Male, habe ich Salben viel tausendfach genossen'.[1] So lange sie Mädchen war, hat Berenice sich der Salben enthalten; nach der Brautnacht ist der König abgezogen, die Königin hat ihr Haupthaar darzubringen gelobt, wenn er glücklich heimkehre; nach seiner Rückkehr hat sie ihr Gelübde erfüllt. Dass sie in Abwesenheit ihres Gemahles sich geschmückt und gesalbt habe, wird durch die Darstellung unseres Gedichtes ausgeschlossen. In Euripides' Electra macht es diese ihrer Mutter zum Vorwurf, dass sie (1070) *ἀπ' οἴκων ἀνδρὸς ἐξωρμημένου ξανθὸν κατόπτρῳ πλόκαμον ἐξήσκει κόμης*. So hat demnach Berenice nur Einmal sich gesalbt, an dem Tage, an dem sie das Brautgemach betrat; und das also ist der Jammer der Locke, die ihrer Natur treu bleibt, dass sie dieses Glück nur einmal genossen

[1] Obige Erklärung, die ich Herm. 15 (1880) S. 269 kurz mitgetheilt hatte, hat wenig Beifall gefunden (vgl. H. Magnus Jahresber. f. Alterthumsw. 1887. II. S. 299). Gebilligt hat sie Hr. Bernhard Schmidt in seiner Catullausgabe S. cxxv: wenn er aber hinzufügt *et interpretatus est ita fere hunc locum iam Ellisius in adn. crit. nisi quod* una *cum* quicum *iunxit*, so ist nicht zu übersehen, dass gerade hierin der Kern meiner Auffassung liegt, die mit der Deutung von *una* steht und fällt. Hr. Robinson Ellis, der die Worte ungeändert lässt, bezeichnet denn auch ihren Sinn mit folgenden Worten: *sensus videtur esse* Quicum ego, quae, dum virgo Beronice quondam fuit, tamdiu omnibus unguentis expers eram (*virgines enim non unguebantur*) post id tempus milia multa unguentorum una bibi. *ex Athenaeo enim constat et Arsinoen et Beronicen unguentorum studiosissimas fuisse.* Worin und warum ich mir diese Auffassung nicht aneignen kann, wird aus meiner weiteren Darlegung zu entnehmen sein. Dass *una* dem Sinne nach zu *milia multa bibi* gehört, können auch Stellen zeigen, wie Virg. Aen. 5, 830. *una omnes fecere pedem;* Hor. Sat. 2. 8, 24 *totas simul absorbere placentas*. Dabei mag dahin gestellt sein, ob *una*, wie ich erklärte, *una potione* sei (was auch auf die andere Stelle Catull's Anwendung findet) oder der erforderliche Begriff auf andere Weise aus dem Wort zu gewinnen ist: denn das ist nicht die Hauptsache. Wer aber gegen jene Ergänzung eines Nomens aus dem Verbum einwendet, dass dergleichen auf wenige bekannte und bestimmte Fälle beschränkt sei, hat augenscheinlich auf diese Eigenthümlichkeit griechischer und lateinischer Rede seine Aufmerksamkeit nicht gerichtet.

und nun für immer entbehren soll. Was gilt ihr dagegen als Stern unter Sternen zu stehen und von den Füssen der Götter berührt zu werden? Aber sie findet einen Ersatz.

nunc vos optato quo[1] iunxit lumine taeda,
non prius unanimis corpora coniugibus
tradite nudantes reiecta veste papillas
quam iucunda mihi munera libet onyx.

Die Worte bezeichnen Neuvermählte und besagen deutlich, wer verstehen will, wann die Locke von ihnen das gewünschte Salbopfer begehrt; und nur so tritt das Begehrte in das rechte Verhältniss zu dem, was die Coma eben, wie wir ihre Worte deuteten, über ihre Königin eröffnet hat. Doch sie giebt dem ausgesprochenen Wunsch noch eine Erweiterung, die gar sehr der Beachtung werth ist, dass sie uns das nicht wieder zerstöre, was bisher wohl zusammengefügt schien.

vester onyx, casto colitis quae iura cubili.
sed quae se impuro dedit adulterio,
illius ah mala dona levis bibat irrita pulvis;
namque ego ab indignis praemia nulla peto.
sed magis, o nuptae, semper concordia vestras
semper amor sedes incolat assiduus.

Es geschah nicht ohne Grund und nicht ohne Verständniss, dass V. 83 in Handschriften *petitis* gesetzt ward, weil man Neuvermählte bezeichnet fand. Seit man der besseren Überlieferung zu Liebe *colitis* vorgezogen, hat man auch den Gedanken an Neuvermählte und an Brautnacht aufgegeben, und damit, dünkt mich, den Faden des Zusammenhangs verloren. Der Vers 83 *vester onyx* usw. ist Wiederaufnahme der vorangegangenen Verse 79—82, bestimmt die Anknüpfung des Gegensatzes 84 *sed quae se impuro dedit adulterio* zu erleichtern, und kann daher einen andern Sinn nicht haben als jene, deren Gedanken er aufnimmt. Wenn diesem *colitis* sich nicht fügte, müsste es trotz besserer Überlieferung weichen. Aber, wendet man ein, wenn schon die früheren Verse 79—82 an Neuvermählte an ihrem Hochzeitstag sich wenden konnten, die Worte (84) *quae se impuro dedit adulterio* bezeichnen allgemein und ohne Beziehung die, welche dem Ehebruch sich hingeben; und was man von Ehebrecherinnen annahm, ersieht man aus Aristophanes Ecclesiazusen 524 ff.;[2] alsdann ist *casto colitis quae iura cubili*

---

[1] Ob *quo*, wie ich a. a. O. schrieb, oder *quom* gesetzt wird, macht keinen wesentlichen Unterschied; dass aber das handschriftliche *quem* ebenso gut aus *quo* wie aus *quom* verschrieben sein konnte, zeigt V. 27 *quam* der Handschr. für unentbehrliches *quo*.

[2] **Πραξ.** *οὔ τἄρα παρὰ μοιχοῦ γε φῄσεις.* **Βλεπ.** *οὐκ ἴσως ἑνός γε.* **Πρ.** *καὶ μὴν βασανίσαι τουτί γέ σοι ἔξεστι.* **Βλ.** *πῶς;* **Πρ.** *εἰ τῆς κεφαλῆς ὄζω μύρου.*

in entsprechendem allgemeineren Sinne zu nehmen, und wenn das, kann auch in dem früheren der Gedanke an novae nuptae nicht bestehen. Allein das Schlussdistichon (87. 88) *sed magis, o nuptae,* mit welchem der Dichter nach dem Seitenblick auf die adulterae auf die zu Anfang (79 ff.) angeredeten novae nuptae zurücklenkt, will diesem Gedankengang sich nicht fügen: *sed magis* weist auf die adulterae zurück; 'aber lieber, als dass ihr euch dem Ehebruch hingebt, ihr Vermählten, möge immer Eintracht, immer Liebe unablässig euer Haus beglücken.' Der auf *semper* und *assiduus* ruhende Nachdruck lässt im Gegensatz dazu an solche denken, die nicht immer Liebe und Eintracht bewahren. Und solche also versteht der Vers (84) *quae se impuro dedit adulterio*, nicht minder stets treu verbleibende der Vers (83) *casto colitis quae iura cubili;* und immer gedacht ist an Gaben, die Neuvermählte an ihrem Hochzeitstag darbringen sollen: bleiben sie treu, so sind ihre Gaben willkommen; werden sie einst untreu, mag ihre Gaben der Boden verschlingen. Uns stören einen Augenblick die Praesentia *colitis* (83) und *dedit* (84), denen doch Anfangs- und Schlussdistichon (79. 80 u. 87. 88), beide in ihrem Wortlaut klar und bestimmt, ihre Beziehung anweisen.

Die Locke schliesst ab mit einem passend sich anknüpfenden Gebet an die Königin selbst.

tu vero, regina, tuens cum sidera divam
placabis festis luminibus Venerem,
unguinis expertem ne siris esse tuam me,
sed potius largis affice muneribus.

Es ist klar, dass auch dieser Wunsch auf eine Darbringung von Salböl geht und Bentley's *unguinis* (V. 91) für *sanguinis* unerlässlich ist; wie sollte auch die Coma nach dem Blut der Schlachtopfer dürsten? Nicht ebenso klar ist, wen sie unter *divam Venerem* (90), ob die Venus Arsinoe, oder eine andere Venus, verstanden wissen wolle, und bleibt daher auch die Bestimmung des Festtages (*festis luminibus* V. 90) zweifelhaft. Aber das versteht sich, dass es eine andere Gelegenheit ist, bei welcher die Locke von ihrer Königin reichliche Gaben an Salböl begehrt, und auch dies gereicht unserer Annahme zur Unterstützung, dass im Früheren an den Hochzeitstag der Neuvermählten gedacht war. Indem aber die Coma lebhaft in den Gedanken an die *larga munera unguinis,* die sie begehrt, sich versetzt, wird der Wunsch in ihr mächtig, statt dieses dürftigen Ersatzes, lieber selbst wieder dem Scheitel ihrer Königin anzugehören: 'Lasst die Sterne zusammenfahren, ich will Haar der Königin werden, mag der Orion zunächst dem Wassermann leuchten.'

sidera corruerint utinam, coma regia fiam,

proximus hydrochoi fulgeret Oarion.

Doch vom Ende müssen wir noch einmal zurück, um den Vorwurf nicht zu verdienen, dass wir das Wichtigste verschwiegen. Von V. 69 schien bei der Auffassung, die ich skizzierte, alles in geschlossenem Gange sich zu entwickeln, und wenn man den Blick auf den Dichter heftet, kaum ein erhebliches Bedenken zu erübrigen. Bedenken erwachsen von aussen: zuerst aus einem Citat bei Athenaeus, der 15, 12 p. 689a aus einem Buche des Apollonius Herophilius *περὶ μύρων* u. a. anführt: *ἤκμασε δὲ καὶ τὰ ἐν Ἀλεξανδρείᾳ διὰ πλοῦτον καὶ διὰ τὴν Ἀρσινόης καὶ Βερενίκης σπουδήν· ἐγίνετο δὲ καὶ ἐν Κυρήνῃ ῥόδινον χρηστότατον καθ᾽ ὃν χρόνον ἔζη Βερενίκη ἡ Μάγα.* Ist *ἡ Μάγα* richtig gebessert für das unverständliche *ἡ μεγάλη* und unsere Berenice verstanden, so besagen also die letzten Worte, dass es zu ihrer Zeit in der Cyrenaica ein vorzügliches Rosenöl gegeben habe. Wie reimt sich damit, was uns die Locke zu sagen schien (V. 77), dass sie, während ihre Herrin noch Mädchen war, Salböl nicht gekannt habe? Es ist nicht zu verwundern, dass Kritiker und Erklärer Sinn und Wortlaut der Catullischen Verse jenem Citate gemäss zu bestimmen versucht haben. Und was hat man nicht dem Dichter zugemuthet? Denn wer ertrüge, wenn nicht das Zeugniss blendete, so nichtssagende und den Ausdruck zwecklos belastende Wendungen wie *dum virgo quondam fuit Hymenis expers* oder *dum virgo curis fuit omnibus expers* oder nach der andern Seite *quicum ego.. omnibus expersa (adspersa) unguentis una milia multa bibi.* Ja dem Zeugniss zu Liebe setzt man *unguenti Syrii* und tadelt den römischen Dichter in dem was unsere Erfindung ihm aufgenöthigt hat.[1] Aber sei es um das Zeugniss: was bewog den Dichter, der nichts zwecklos thut, so scharf und bestimmt von der Zeit zu reden, da Berenice noch Jungfrau war, *dum virgo quondam fuit*, wenn es nicht auf einen Unterschied der Zeiten und ihrer Sitten abgesehen war: kam es nur auf den reichlichen Genuss des Salböls an, so genügte zu sagen, *quicum ego una milia multa unguenti bibi.* Aber so gefasst oder in eine der erwähnten Formen gekleidet, verliert der Gedanke gerade das, was uns unerlässlich schien, damit der daran geknüpfte Wunsch der Locke (79 ff.) *nunc vos optato quo iunxit lumine taeda, non*

---

[1] Haupt hatte so drucken lassen

quicum ego, dum virgo quondam fuit †omnibus expers
unguenti Syrii milia multa bibi:

in meinen Augen immer ein gewagtes Unterfangen, eines zu berichtigen und ein anderes, das davon nicht zu trennen, als verderbt zu bezeichnen. Ich habe daher kein Bedenken gehabt, 1885 als mir zum zweiten Mal die Revision der Haupt'schen Ausgabe oblag, jene Schreibung durch die handschriftliche zu ersetzen. Den von Haupt angedeuteten Weg hat dagegen Hr. von Wilamowitz (Herm. 14, 200) verfolgt, meines Erachtens nicht mit Glück.

prius corpora coniugibus tradite quam iucunda mihi munera libet onyx Anlass und Unterlage nicht entbehre. Darum, wie man immer über das Zeugniss urtheilt, über das zu phantasieren leicht ist, Sicheres festzustellen nicht möglich, die Anwendung desselben auf unsere Stelle ist vom Übel, und was der Dichter zu sagen beabsichtigte, wird man besser thun, bei ihm selbst zu erfragen, der nichts unterlassen hat, seinem Gedanken durchsichtige Klarheit und festen Zusammenschluss zu geben.

Nicht der Wortlaut, wohl aber Sinn und Zweck des Dichters wird in Frage gestellt durch ein zweites Bedenken, das von aussen kommt. Die 'Verwünschung der Ehebrecherinnen' (V. 84 ff.) soll, wie Hr. von Wilamowitz (Herm. 14, 200) vermuthet, eine Anspielung enthalten auf das 'scandalöse Verhältniss der Apama zum schönen Demetrios.' In dem, was die Locke V. 27 berührt, sahen wir Beziehungen zu den von Justinus berichteten Vorgängen am Cyrenaischen Hof bald nach Magas' Tode; und bemerkenswerth ist die scheue Zurückhaltung, mit welcher die Coma, da sie nicht umhin kann, an jene hochherzige That aus Berenice's Jugend zu erinnern, nur so viel andeutet, als ausreichend war, den kundigen Leser sicher zu leiten: *bonum facinus quo regium adepta es coniugium.* Ob eine weitere, die Apama besonders treffende Anspielung bezweckt war, kann nur der Zusammenhang lehren, in welchem sie gesucht wird. Wir nahmen die Verse 83—86 in strengem Sinne. Die Locke begehrt ein Salbopfer von den Neuvermählten an ihrem Hochzeitstag, aber nur von denen, die treu bleiben, nicht auch von denen, die sich dem Ehebruch ergeben. Unter letzteren kann Apama nicht mitbegriffen sein, und eine allgemeine Verwünschung der Ehebrecherinnen enthalten die Worte nicht; und wer sie so fasst, der vorausgesetzten Anspielung zu Liebe, hebt den Zusammenhang auf. Aber, wird man fragen, wenn keine Nebenabsicht erreicht werden sollte, warum wird auch derer gedacht, die dem Ehebruch sich hingeben, deren Gaben die Coma verschmäht? Dichter pflegen oftmals des Gegensatzes sich zu bedienen, um die Seite zu heben, die allein in Betracht kam, oder auch Gegensätze zu verbinden, um den Ausdruck zu füllen. Und war es nicht auch hier genug, dass die Locke, indem sie im Hinblick auf die keusche Königin, von der sie am Hochzeitstag zum ersten und zum letzten Mal reichlich mit Salben bedacht worden, von den Neuvermählten an ihrem Hochzeitstag ein Salbopfer begehrt, ergänzend hinzufügt, 'versteht sich von denen, die wie die Königin selbst die Treue bewahren, nicht auch von denen, die sich vergessen.' Mischen wir absichtliche Erinnerung an die buhlerische Apama ein, selbst wenn es der Ausdruck ebenso zuliesse, wie er es ver-

wehrt, würde doch der sinnige Gedankengang der Coma ohne Noth gestört. Aber der Reiz, in den Alexandrinischen Dichtungen nach verborgenen Anspielungen zu spüren, ist gross. Ein dem unsrigen verwandtes Beispiel will ich nicht unberührt lassen, weil es das Urtheil auch über jenes zu festigen geeignet ist. Theocrit's Hymnus auf Ptolemaeus Philadelphus (xvii) preist die Ehe des Lagiden und der Berenice, der Philadelphus entsprossen:

τῷ οὔπω τινὰ φαντὶ ἁδεῖν τόσον ἀνδρὶ γυναικῶν
ὅσσον περ Πτολεμαῖος ἑὴν ἐφίλησεν ἄκοιτιν·
ἦ μὰν ἀντεφιλεῖτο πολὺ πλέον. ὧδέ κε παισί
θαρσήσας σφετέροισιν ἐπιτρέποι οἶκον ἅπαντα,
ὁππότε κεν φιλέων βαίνῃ λέχος ἐς φιλεούσης·
ἀστόργου δὲ γυναικὸς ἐπ᾽ ἀλλοτρίῳ νόος αἰεί,
ῥηίδιοι δὲ γοναί, τέκνα δ᾽ οὔποτ᾽ ἐοικότα πατρί.

Wer ist die ἄστοργος γυνή (V. 43), die nicht ohne Absicht genannt sein kann? An Apama wird gedacht, dieselbe Apama, an welche die Locke erinnern sollte, gedacht an Arsinoe, des Philadelphus frühere Gemahlin, die er verstiess zu Gunsten einer anderen Arsinoe, die der Hymnus am Schluss verherrlicht (V. 128 ff.), an Eurydice gedacht, des Lagiden Gemahlin, die der Berenice weichen musste. Wer wollte die Ansprüche einer Jeden prüfen? War es des Dichters Absicht, dass man das Ziel seines Seitenhiebes erkenne, so hat er sie schlecht genug erreicht, für heutige Leser wenigstens, ganz so schlecht, wie wenn er V. 53 desselben Hymnus

Ἀργεία κυάνοφρυ, σὺ λαοφόνον Διομήδεα
μισγομένα Τυδῆι τέκες Καλυδωνίῳ ἀνδρί,
ἀλλὰ Θέτις βαθύκολπος ἀκοντιστὰν Ἀχιλῆα
Αἰακίδᾳ Πηλῆι, σὲ δ᾽ αἰχμητὰ Πτολεμαῖε
αἰχμητᾷ Πτολεμαίῳ ἀρίζηλος Βερενίκα

wirklich gewollt hätte, was man ihm zutraut, dass man bei Diomedes und Achill nicht an Achill und Diomedes, die Homerischen Helden, sondern an beliebige andere aus der macedonisch-aegyptischen Geschichte auszulesende Heerführer denken solle.[1] Was Theocrit an der anderen Stelle gemeint, lässt richtige Auffassung des Satzverhältnisses nicht zweifeln. Denn nicht vom Ptolemaeus gesagt ist

---

[1] Gegen diese von Droysen ausgegangene Deutung hatte ich mich in dem Sommerprooemium von 1885 S. 18 ff. ausgesprochen, auch gezeigt, dass ἀλλά für den, der die Sprache kenne, einen Anstoss nicht bereiten könne: was Hr. Gercke der Erwähnung nicht werth gefunden, als er unlängst im Rhein. Mus. Bd. 42. S. 605 fg. die Droysen'sche Erklärung von Neuem anpries, nur mit dem Unterschiede, dass er, gleichsam zum Hohn der eigenen Auslegung, an Stelle der von jenem vorgeschlagenen ein paar andere Männer empfahl, die man hinter der Maske des Achill und Diomedes hervorziehen könne.

ὧδέ κε παισί
θαρσήσας σφετέροισιν ἐπιτρέποι οἶκον ἅπαντα,
ὁππότε κεν φιλέων βαίνῃ λέχος ἐς φιλεούσης,

sondern da der Dichter den glücklichen Bund des Lagiden mit Berenice pries, fügt er den allgemeinen aber in seine Gegensätze gespaltenen Gedanken hinzu, dass, wo die Ehe so ist wie bei jenem Paare, man echte Nachkommenschaft erwarten dürfe, im andern Falle, wenn die Mutter lieblos und flatterhaft, die Kinder dem Vater nicht glichen: dies im Hinblick auf den Sprössling aus dieser Ehe, dessen Geburt der Hymnus mit den Worten verkündigt (V. 63) ὁ δὲ πατρὶ ἐοικὼς παῖς ἀγαπητὸς ἔγεντο. Auch hier dient der Gegensatz nur dazu, den positiven Gedanken im Reflex seines Gegentheils zu vervollständigen; und uns sollte er nöthigen, verborgene persönliche Beziehung zu wittern, deren Annahme, selbst nebelhaft, nur die Klarheit des poetischen Gedankens trübt? Irre ich nicht, ist beide Male moderne Empfindung im Spiel, die an der unverhüllten Erwähnung des Ehebruchs dicht neben der Bezeichnung der glücklichen Ehe sich stösst, und weil jene für den Gedanken entbehrlich schien, nach abliegenden Motiven sucht; aber ein Blick auf Catullus' grossen Hochzeitsgesang (c. 61), insbesondere die Verse,

221 sit suo similis patri
Manlio et facile insciis
noscitetur ab omnibus
et pudicitiam suae
225 matris indicet ore,

die nebenhergehende Anspielungen ausschliessen, kann belehren, dass die Interpreten dem modernen Gefühl nicht nachgeben durften.

Ich kehre zur Locke der Berenice zurück, der Einzelbetrachtung noch eine zusammenfassende Bemerkung nachzusenden. Denn so durchsichtig die Composition zu sein scheint, sie ist doch nicht befriedigend aufgefasst worden, indem man einiges missdeutet, anderes übersehen hat. Insbesondere scheint mir die von Hrn. Auguste Couat in seinem geistreichen Buche La poésie Alexandrine (Paris 1882) entworfene Analyse in wesentlichen Stücken ihr Ziel zu verfehlen. Die Gliederung des Gedichts, einfach wie sie ist, hat sich wohl auch schon aus dem Bisherigen ergeben. Zwar fehlen abgemessene Pericopen, aber die Theile sondern sich durch die Rundung der Gedankengruppen und den scharf umgrenzten Wechsel in Ton und Farbe der Rede deutlich gegen einander ab. Seinen Grundcharakter aber hat dem Gedicht die glückliche Erfindung verliehen, der Haarlocke selbst, oder dem Sternbild, das einst Haarlocke, jetzt lebendig als Stern unter Sternen wandelt, die Erzählung von ihrer Verwandlung in den Mund zu legen.

Es fehlt nicht an Beispielen verwandter Anlage bei anderen Dichtern, bei Catull (c. 67), bei Properz (1, 16), bei Horaz (Sat. 1, 8) u. a., und leicht ist ersichtlich, wie der Inhalt die Wahl des Sprechers, dieser hinwieder Form und Art der Darstellung bedingt hat. Aber sinnreicher als in anderen hat sich die Erfindung in unserem Gedicht erwiesen, dessen charakteristische Eigenart in allen Richtungen von ihr ausstrahlt. Die Coma kennt Hergang und Anlässe ihrer wunderbaren Metamorphose, über die niemand besser als sie Auskunft geben kann; aber sie berichtet überall nur so viel als dem Hauptinteresse, von dem sie bewegt ist, entsprechend war. Sie weiss von dem Gelübde der Königin und dessen Erfüllung, kennt den Strauss, den geflügelten Boten der Venus Arsinoe, und erräth die Motive, welche die Göttin bestimmt haben, das geweihte Haar der Königin unter die Sterne zu erheben. Sie bezeichnet wie billig auch den Platz, an dem sie unter den Sternen zu leuchten verurtheilt ist, und beruft sich auf Conons, des gelehrten Astronomen, Zeugniss, aber ohne dass astronomisches Detail vorragende den Charakter des Gedichts bestimmende Bedeutung gewänne.[1] Auch vom König redet sie nicht viel: dass er nach der Brautnacht auszog in den Krieg gegen Assyrien, dass er nicht lange nachher glücklich heimgekehrt mit grossen Eroberungen; gerade genügend um den dramatischen Zusammenhang der Ereignisse erkennen zu lassen. Im Übrigen kümmert sie der König wenig: ihr Interesse hängt an der Königin, deren Schicksal mit dem ihrigen auf das engste verschlungen ist. In Berenice selbst aber sieht sie die Gattin mehr als die Königin, die neuvermählte, ihrem in's Feld ziehenden Gatten in Treue und Liebe ergebene Gattin; und wir stossen uns nicht daran, dass die Coma es ist, die die Geheimnisse des Brautgemachs enthüllt, hier bei der Königin V. 13 ff. und wieder V. 80 ff. Wer aber wollte darin ein gesuchtes erotisches Element erkennen, dessen die Elegie bedurft hätte? Sehen wir doch auch dies der Locke aus dem Gange ihrer Erzählung wie aus der Art ihrer Wünsche sich von selbst ergeben. Ihre Wünsche aber hat der Duft des Salböls eingegeben: was soll die Haarlocke auch anderes wünschen, und der Stern hat die Natur der Locke nicht ver-

[1] Selbst die Charakteristik des Conon im Eingang

Omnia qui magni dispexit lumina mundi,
qui stellarum ortus comperit atque obitus,
flammeus ut rapidi solis nitor obscuretur,
ut cedant certis sidera temporibus,
ut Triviam furtim sub Latmia saxa relegans
dulcis amor gyro devocet aerio

ist in so allgemeinen Zügen gehalten, dass speciellere Beziehungen kaum zu erkennen, und mehr als Bezeichnung des Astronomen nicht beabsichtigt scheint.

loren. Dies sinnige Motiv steigert den Affect, und die mächtig hervorbrechende Sehnsucht der Locke nach ihrer Herrin Haupt wird zum Zeugniss für die Königin und lässt empfinden, dass des Dichters Absicht ein anderes Ziel hatte, als eine aetiologische Studie über einen astronomischen Vorgang zu entwerfen.[1] Vor allem aber ist aus der bezeichneten Anlage der naiv-idyllische Zug der Dichtung hervorgegangen, der zwar das ganze Gedicht beherrscht, aber hier und da besonders sprechend und anmuthig hervortritt, wie z. B. in der Digression V. 39—50: 'das Eisen ist an allem schuld: o wäre nie Eisen erfunden worden;' V. 72 ff. 'mögen die Sterne mich zerreissen: ich sage doch, was ich denke: mich freut nicht am Himmel zu stehen;' und zum Schluss 'fahren die Sterne durch einander, ich will zu meiner Herrin.' Wir erkennen die Manier des Callimachus, der auch in den erhaltenen Hymnen Gelegenheit gefunden, naive Genrebilder seiner Darstellung einzuflechten, besonders häufig und sinnreich in dem Hymnus auf Artemis, wie die Kinderstubenscene auf dem Olymp (66 ff.), die Haupt erläutert hat; oder Heracles die mit Beute von der Jagd heimkehrende Artemis am Thor des Himmels empfangend (146 ff.);[2] oder die kleine Artemis auf den Knieen des Brontes, dem Riesen die Haare von der Brust zupfend (75 ff.) u. a.

Über den historischen Hintergrund des Gedichtes versuche ich wenigstens, was Callimachus' Darstellung ergiebt, gegen die Zeugnisse zu halten und historische Combination an den Resultaten philologischer Exegese zu messen. Dass Ptolemaeus (III) Euergetes Magas' Tochter Berenice als König heimgeführt hat, würde aus dem Ausdruck (V. 27) *quo regium adepta es coniugium* allein nicht sicher zu folgern sein; aber die übrige Darstellung setzt es mit Nothwendigkeit voraus: der König eben durch den neuen Ehebund beglückt (*rex* . .

---

[1] So urtheilt Hr. Couat a. a. O. S. 115. 116, der der Coma als Sprecherin keine Bedeutung beilegt, wenigstens keine besondere Beachtung geschenkt hat. Aber seine Betrachtung überhaupt ist so sehr aus verschiedenem Gesichtspunkt geflossen, dass es nicht leicht ist Einzelnes auszuheben. Doch eine Bemerkung, wie S. 119 *ses recommandations ne s'adressent qu'aux femmes: à la cour d'un Ptolémée, il eût peut-être été imprudent de conseiller aux maris la fidélité*, genügt den Geist dieser Beurtheilung erkennen zu lassen. Wir begreifen, warum die Coma an die Ehebrecher sich nicht wendet. Nicht minder ist Couat's Urtheil über den König S. 118 fremdartig und ausser Zusammenhang mit der Anlage des Gedichtes.

[2] Diese Stelle hat durch eine kleine aber treffende Berichtigung des neuesten Herausgebers erheblich gewonnen: 155 *τί κέ μιν πρόκες ἠὲ λαγωοὶ ῥέξειαν*; So wird man es wohl aufgeben an *ἀνθρώποισι* V. 157 zu mäkeln; vielleicht auch sich überzeugen, dass Heracles anderes als *καὶ βόες* nicht sagen konnte: er thut es ein wenig verschämt, aber mit soviel Wahrheit als ausreichend war. — Auch das ist zu loben, dass in der anderen Scene *ἀπειθέα* V. 66 verblieben ist: wie konnte nur Haupt verkennen, dass ein Kind seiner Mutter nicht feindseliges (*ἀπεχθέα*), sondern unfolgsames (*ἀπειθέα*) thut?

novo auctus hymenaeo V. 11 vgl. V. 19) zieht in den Krieg; der König bringt nach kurzer Frist die grossen Eroberungen heim: keine Spur, dass, als der Bund geschlossen ward, ein anderer noch den Königsthron inne hatte. Bei Berenice's Hochzeit also, schliessen wir, war nicht bloss Arsinoe, sondern auch ihr Gemahl und Bruder Philadelphus nicht mehr am Leben, und in *parentum* (V. 15), selbst wenn es sprachlich möglich wäre, was ich bestritt, kann ein Hinweis darauf, dass Philadelphus noch lebte, nicht enthalten sein. Niebuhr (kl. hist. u. phil. Schriften 1 S. 238) hatte aus Justin's Worten *Ptolemaei filius* geschlossen, dass 'Ptolemaeus Euergetes noch nicht König gewesen als er sich vermählte,' Droysen hingegen (Gesch. d. Hellen. 3, 1 S. 347), der denselben Schluss auf *parentum* in unserem Gedicht gründete, eingewendet, dass auf Justinus' unklaren Bericht soviel nicht zu geben sei. Beides mit Unrecht, für den wenigstens, der Justin's Erzählung im Zusammenhang zu prüfen nicht verschmäht. Wir fanden seine Nachricht mit den Andeutungen des Gedichts über das *bonum facinus* (V. 27) im Einklang und mit sich ist Justin in vollkommener Übereinstimmung; der, wie er im Eingang *ut contractum matrimonium solveretur* schreibt, wo nur Verlöbniss verstanden werden kann und übereinstimmend am Schluss *in matrimonio sortiendo iudicium patris secuta,* so überhaupt nur die nächste Zeit nach Magas' Tod im Auge hat,[1] und daher begreiflich von *Ptolemaei filius* als dem Verlobten der Berenice redet.

Aus Callimachus' Gedicht entnahmen wir, dass zwischen der muthvollen That, durch welche Berenice ihren ursprünglichen Verlobten sich gesichert, und ihrer Vermählung mit ihm eine nicht unerhebliche Zwischenzeit verflossen sei. Der Tod des Ptolemaeus Philadelphus wird mit hinreichender Sicherheit in das Jahr 247 gesetzt; und an diesen Zeitpunkt haben sich Ptolemaeus' Euergetes Thronbesteigung, Vermählung, Auszug in den Syrischen Krieg in rascher Folge angeschlossen.[2] Über Magas' Tod, dem die Verlobung seiner Tochter kurz vorherging, des Demetrius Ermordung rasch gefolgt ist, zu einem verlässlichen Resultat zu gelangen, wird durch die Spärlichkeit der Zeugnisse nicht minder als durch die Eigenmächtigkeit der Forscher erschwert. Fünfzig Jahre, sagt Agatharchides bei Athenaeus 12, 550 b, sei Magas König von Cyrene gewesen, Μάγαν τὸν Κυρήνης

[1] Aus Trogus prol. xxvi *ut frater Antigoni Demetrius occupato Cyrenis regno interierit* ist weder aus diesen Worten noch aus dem Platz, an dem sie eingereiht sind, soviel ich sehe, irgend ein Schluss zu ziehen. — Was aber Hr. Gercke Rhein. Mus. 42 S. 263 fg., der Niebuhrs Folgerung aus *Ptolemaei filius* wieder aufnimmt (S. 267), aus Justinus' Worten ableitet, bedarf wohl keiner besonderen Widerlegung,

[2] Vgl. von Wilamowitz-Moellendorff Philol. Unters. 4 S. 233.

βασιλεύσαντα ἔτη πεντήκοντα. Von wann ab, das zu bestimmen, schien Pausanias einigen Anhalt zu gewähren, der I, 6, 8 berichtet, Magas habe im fünften Jahre eines Aufstandes sich Cyrene's bemächtigt: Κυρήνης δὲ ἀποστάσης Μάγας Βερενίκης υἱὸς Πτολεμαίῳ τότε συνοικούσης ἔτει πέμπτῳ μετὰ τὴν ἀπόστασιν εἷλε Κυρήνην. Wer freilich gemeint hat, weil vorher Antigonus' Niederlage und Tod (301) erwähnt sei, müsse dies auch als Termin für den Aufstand in Cyrene oder die Erdrückung des Aufstandes angesehen werden,[1] übersieht, dass Pausanias selbst, wie der Wortlaut zeigt, auf den I, 6, 5 erwähnten Aufstand Cyrene's zurückweist (ἐπεὶ Ἀντίγονος δὲ ἐς Λιβύην ἐπύθετο στρατεύειν Πτολεμαῖον ἀφεστηκότων Κυρηναίων), an den sich die Reihenfolge der weiter erzählten Ereignisse bis zum Tod des Antigonus angeschlossen hat. Von 300 oder gar 296 ab die Regierung des Magas zu zählen, ist daher nach Pausanias' eigener Darstellung unstatthaft. Vergleicht man hingegen die detaillierte Erzählung Diodor's im 20. Buch, welche der zusammengedrängten bei Pausanias entspricht, so wird, wer unbefangen urtheilt, der Annahme Wahrscheinlichkeit nicht absprechen, dass an Ophellas' Untergang, des letzten Statthalters von Cyrene, im J. 308 (Diodor. 20 c. 40. 70) jener Aufstand und die Bemühungen des Magas ihn zu unterdrücken sich angeschlossen haben. Niebuhrs Einwand dagegen (a. a. O. 236), 'das Stillschweigen Diodor's, der in der sehr vollständigen Geschichte der Diadochen einen so wichtigen Umstand als die Wiedervereinigung Libyens mit dem Aegyptischen Reich nicht leicht übergangen haben würde', hat keine zwingende Beweiskraft, zumal wenn man erwägt, dass Diodor in seinem zwanzigsten Buch, dem letzten vollständig erhaltenen, den Ophellas nicht seiner selbst und Cyrene's wegen, sondern wegen seiner Verbindung mit Agathocles erwähnt, und im nächsten Buche auf Cyrene zu kommen Anlass finden konnte. Niebuhr's Annahme aber, dass Magas nach Ol. 119, 3 (302), mit welchem Jahre Diodor's Annalen schliessen, nach Cyrene gekommen sei, findet an Pausanias' Zeugniss, wie wir es verstehen, keine Unterstützung.

Das Ende des Magas wird sich durch den Tod des Demetrius, der jenem auf dem Fuss gefolgt sein muss, bestimmen lassen, vorausgesetzt, dass eine Angabe über letztern, die allein dem Armenischen Eusebius verdankt wird, genügende Sicherheit bietet. In Schoene's Eusebius I, 237 lautet die Übersetzung *Obiit etiam Demetrius cuius cognomentum Pulcher vocabatur, anno c. trigesimae olompiadis secundo;* nur dass Zohrab's Übersetzung (Z) *anno altero olympiadis tricesimae sextae supra centesimam* schreibt. Der griechische Text (Cramer's

[1] Gercke a. a. O. S. 266.

Anecd. Paris. 2, S. 132, 14) hat keine Zahlangabe, sondern der blosse Name Demetrius des Schönen, ὁ δὲ τοῦ Δημητρίου υἱός, ὃν οἱ Μακεδόνες Καλὸν ἐπωνόμαζον folgt später, an ganz ungeeigneter Stelle den Zusammenhang zerstörend. Man möchte glauben, die ganze Bemerkung über diesen Demetrius, im Armenischen nur vollständiger erhalten, sei ein neben dem Text hergehender Zusatz gewesen. Aber ist Verlass auf die Angabe, die nicht von Ungefähr sein kann, so ist klar, wie gut das Todesjahr des Demetrius (Ol. 130, 2 = 258) mit der fünfzigjährigen Regierungszeit des Magas von 308—258 sich verträgt, und wer nicht schon von anderer Meinung eingenommen ist, wird leicht einräumen, dass eins am anderen einigen Anhalt gewinnt.[1] Niebuhr's Änderung, der Ol. 132 für 130 setzt (a. a. O. S. 238), ist willkürlich und wäre werthlos, selbst wenn die Gründe, die ihn bestimmt haben, die überlieferte Angabe zu verlassen, stichhaltig sein sollten.

Dagegen würde der hier befolgte Ansatz der Regierungs- und Lebensdauer des Magas Schiffbruch leiden, wenn ein in neuerer Zeit in diese Controverse gezogenes indisches Denkmal, das den Magas und andere gleichzeitige Könige nennt, wirklich bezeugte, was man angenommen hat (Droysen a. a. O. 3, 1 S. 353, und Gercke a. a. O. S. 266). Hierüber bin ich in der glücklichen Lage, auf das Urtheil eines gründlichen Sachkenners mich stützen zu können. Hr. Oldenberg theilt mir Folgendes mit: "in dem 13. Capitel seiner grossen Edicte sagt Asoka, dass im Gegensatz zu kriegerischen Siegen es der Sieg des Rechts sei, der vor allem erstrebt werden müsse, Frieden und Sicherheit aller Creaturen. An diesen Dingen finde er (der König) seine Freude, in seinem eigenen Reich und in den Nachbarreichen: 'So ist Aṃtiyoka mit Namen der Yona- (d. h. Griechen-) König, und über diesen Aṃtiyoka hinaus vier Könige Turâmaya (anderes Exemplar Tulamaya), Aṃtikini, Maka (Varianten Mâkâ, Magâ), Alikasudara (Variante Alikasadala); im Süden die Coḍas, Paṇḍyas bis nach Ceylon.' Man empfängt den Eindruck, dass die griechischen Könige unter einander gleichzeitig und dass sie, als die Inschrift verfasst wurde, am Leben sind. Es kommt aus dem 2. Cap. der grossen Edicte hinzu: 'die und die humanen Bestrebungen sind von Asoka

[1] Ich stimme darin im Wesentlichen mit Hrn. von Wilamowitz (Philol. Unters. 4, S. 229) überein; nur dass mir, vielleicht durch meine Schuld, nicht deutlich geworden ist, warum er von Verwechselung der beiden Demetrius redet. Porphyrius, den Eusebius in diesem Theile seines Werkes ausschreibt, hat, wie leicht ersichtlich ist, wiederholt Demetrius II und Demetrius den Schönen mit einander vertauscht. Aber die Angabe des Armenischen Eusebius über den Tod des schönen Demetrius kann nicht auf Verwechselung beruhen, und der Ansatz Zohrabs' passt auch nicht auf Demetrius II.

in's Werk gesetzt, überall in seinem eigenen Reich und bei den angrenzenden Völkern, wie den Coḍas etc...., Aṃtiyoka mit Namen dem Yona-König und den Nachbarkönigen dieses Aṃtiyoka.' Das 4. Capitel trägt das Datum des 13. Jahres nach Asoka's Königsweihe; es scheint, dass dies Datum auch auf die vorangehenden Capitel übertragen werden kann. Die Sendungen zu den Griechenkönigen (im Cap. 13 ist offenbar von denselben Sendungen wie im Cap. 2 die Rede) müssten also nicht später als im 13. Jahre des Königs (nach der Königsweihe) vor sich gegangen sein. Die kriegerischen Vorgänge auf der anderen Seite, welche zu der Predigt über den 'Sieg des Rechts' im Cap. 13 Anlass geben, werden dort in das 9. Jahr nach der Königsweihe gesetzt; zwischen dem 9. und dem 13. also müsste der Zeitpunkt liegen, wo die griechischen Könige regiert haben. Nun war Asoka der Enkel jenes Candragupta (Σανδρόκυπτος) der in Indien um die Zeit von Alexander's Tode zur Gewalt gelangte; genau lässt sich der Zeitpunkt nicht bestimmen. Nach der Ceylonesischen Chronologie, auf welche in diesen Zeiten ungefährer, aber kein genauer Verlass ist, regierte Candragupta 24 Jahre, Bindusâra (sein Sohn) 28 Jahre, Asoka selbst vor seiner feierlichen Königsweihe 4 Jahre. Das sind die Daten, die wir haben, um den in der Inschrift gemeinten Moment von indischer Seite ungefähr zu bestimmen; die griechischen Namen geben natürlich den besten Anhalt." So Hr. Oldenberg. Man sieht, es fehlt viel, dass von indischer Seite ein bestimmtes Jahr der Abfassung dieser Aufzeichnungen zu gewinnen wäre; aber ebenso wenig sollte mit Zuversicht behauptet werden, die Abfassung könne nicht vor das Jahr 251 fallen und müsse Magas' Leben und Regierung bis dahin wenigstens sich erstreckt haben. Nimmt man zum Beispiel das Todesjahr Alexander's selbst (323) und rechnet 24 Regierungsjahre für Candragupta, 28 für seinen Sohn Bindusâra, für Asoka 4 Jahre vor der Königsweihe, nach derselben 9 Jahre, so kommt man auf das Jahr 258. Bringt uns also dieses Zeugniss keine Sicherheit, so enthält es doch auch kein Hinderniss, das unsere auf die griechischen Zeugnisse gegründete Annahme aufhöbe. Setzen wir demnach die Katastrophe in Cyrene nach Magas' Tod in oder um das Jahr 258, so ergiebt sich vom Tode des Demetrius bis zur Vermählung der Berenice, die nicht vor 247 statt finden konnte, ein Intervall von 10 Jahren und darüber. Und einen solchen Zwischenraum setzt Callimachus' Dichtung unzweideutig voraus, dessen Argumentation V. 20—30 dahin geht, dass Berenice, die jetzt (246) beim Abzug ihres jungen Gemahls in Schmerz aufgelöst ist, als kleines Mädchen bei jener That sich muthig und entschlossen erwiesen habe. Dem entgegen erklärte Niebuhr (a. a. O. S. 237) die Annahme einer solchen Zwischenzeit für unzulässig:

ihm ist es 'ganz ohne Zweifel, dass die Vermählung der Berenice sehr schnell auf Demetrius' Ermordung, sowie diese bald nach Magas' Tod gefolgt sei.' Und in dieser Voraussetzung ist es, dass er die bezeugte Zahlangabe nach eigenem Ermessen abgeändert hat. Ihn leiten nicht Gründe, die man billigen oder widerlegen könnte, sondern ihm scheinen die allgemeinen Verhältnisse Cyrene's und Aegyptens eine so lange Verzögerung der beschlossenen Heirath mit dem aegyptischen Königssohne zu widerrathen.[1] Wir wundern uns nicht, da Magas, wie Justin sagt, im Hinblick auf sein nahes Ende seine (einzige) Tochter dem aegyptischen Prinzen versprach, dass die Verwirklichung dieses Wunsches sich noch lange verzögert hat, und glauben dem Dichter, der es allein ausdrücklich sagt, dass Berenice bei Ermordung des Demetrius noch sehr jung gewesen sei. Über ihr ferneres Schicksal aber nach Beseitigung des Eindringlings bis zu ihrer Vermählung mit dem Könige lässt Mangel an Zeugnissen nichts Sicheres ermitteln, was doch nicht schon Grund genug ist, das Intervall selbst, das die Zeugnisse in Übereinstimmung mit Callimachus' Gedicht ergeben, in Abrede zu stellen und eine Chronologie aus Eigenem aufzubauen.

---

[1] Es ist bemerkenswerth, dass Niebuhr's Combination lediglich beruht auf dem Schweigen Diodor's, das doch kaum als ein genügendes Fundament zu betrachten ist. Dennoch hat seine Ansätze Hr. Gercke a. a. O. wieder aufgenommen, ohne dass ersichtlich wäre, wodurch er sie besser gestützt hätte.

Über die Änderung der Lichtgeschwindigkeit in den Metallen mit der Temperatur.

Von A. Kundt.

(Vorgetragen am 13. December [s. oben S. 1271].)

In meiner Mittheilung über die Brechungsexponenten der Metalle[1] habe ich darauf hingewiesen, dass eine Beziehung zu bestehen scheint zwischen der Geschwindigkeit des Lichtes in den Metallen und dem Leitungsvermögen derselben für Elektricität und Wärme.

Bei den 6 Metallen *Ag*, *Au*, *Cu*, *Pt*, *Fe*, *Ni* ergab sich die Geschwindigkeit des rothen Lichtes annähernd proportional dem galvanischen Leitungsvermögen. Für Wismuth ist das Verhältniss erheblich anders als bei den obigen Metallen; doch bemerkte ich, dass möglicher Weise das galvanische Leitungsvermögen des Wismuths der von mir benutzten Prismen, welches elektrolytisch niedergeschlagen wurde, ein anderes sein könne, als dasjenige von gegossenen Wismuthstangen, an denen man bisher das Leitungsvermögen gemessen hat. Auch mit Einschluss des Wismuths ist wenigstens die Reihe der genannten Metalle geordnet nach ihrer Lichtgeschwindigkeit die gleiche wie wenn die Metalle nach ihrem galvanischen Leitungsvermögen angeordnet werden.

Am Schlusse meiner Mittheilung habe ich dann hervorgehoben, dass wenn wirklich ein verhältnissmässig einfacher Zusammenhang zwischen Lichtgeschwindigkeit im Metall und Leitungsvermögen für Elektricität und Wärme vorhanden ist, derselbe auch wohl in der Änderung der betreffenden Grössen mit der Temperatur hervortreten müsse.

Die Änderung, welche das Wärmeleitungsvermögen mit der Temperatur in den verschiedenen Metallen erfährt, ist ziemlich verschieden.[2] Die galvanische Leitungsfähigkeit der reinen festen Metalle nimmt, wie Arndtsen zeigte, für 1° C. im Mittel um 0.0037 ab. Clausius hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass

[1] Diese Berichte, 1888, Februar S. 255—272.
[2] Vergl. Lorenz. Wied. Ann. Bd. 13 S. 598.

dieser Werth nahezu mit dem Ausdehnungscoefficienten der Gase, welche dem Mariotte-Gay-Lussac'schen Gesetze folgen, übereinstimmt, und mithin das Leitungsvermögen der Metalle der absoluten Temperatur umgekehrt proportional sei. Hr. Siemens[1] vermuthet, dass die kleinen Abweichungen von dieser Regel durch geringe chemische Verunreinigungen der Metalle und dadurch, dass die Metalle nicht alle im Zustand völliger Weichheit untersucht wurden, bedingt seien. Die Bestimmungen von Arndtsen an 5 Metallen geben mit Ausschluss des Eisens für den Temperaturcoefficienten 0.003678. Matthiessen, der die Änderung mit der Temperatur durch ein der Temperatur proportionales Glied und ein zweites, welches das Quadrat der Temperatur enthält, darstellt, giebt für den Coefficienten des ersten Gliedes als Mittel der Untersuchung von 10 Metallen 0.003764. Benoit findet bei seinen Versuchen ungefähr die gleiche Änderung.

Endlich findet Hr. Lorenz in seiner umfangreichen sorgfältigen Untersuchung der Elektricitäts- und Wärmeleitung der Metalle den Temperaturcoefficienten des galvanischen Leitungsvermögens der gut leitenden Metalle nicht sehr verschieden von 0.0037. Zugleich zeigt er, dass auch für die schlecht leitenden Metalle und Legirungen, bei denen eine Proportionalität zwischen Leitungsvermögen für Elektricität und Wärme nicht mehr vorhanden ist, doch das Verhältniss

$$\frac{h100}{l100} : \frac{h0}{l0}$$

wo $h0$ und $l0$ die Leitungsvermögen für Wärme und Elektricität bei 0° C. und $h100$ und $l100$ dieselben Grössen bei 100° C. bezeichnen, das gleiche, nämlich 1.367 ist. Eisen ist hierbei stets ausgeschlossen; es zeigt einen ziemlich abweichenden Coefficienten, sei es, weil die benutzten Sorten nie ganz rein waren, sei es wegen des magnetischen Verhaltens des Eisens.

Es entsteht nun die Frage, wie ändert sich die Lichtgeschwindigkeit in den Metallen mit der Temperatur? Äussert sich der Einfluss der Temperatur in der Weise wie bei der Wärmeleitung oder wie bei der Leitung für Elektricität oder besteht überhaupt keine einfache Relation zwischen diesen Änderungen?

Nehmen wir als Mittel des Temperaturcoefficienten für die gut leitenden Metalle den Werth 0.0037, so würde, falls die Lichtgeschwindigkeit in einem und demselben Metall wirklich dem Leitungsvermögen für Elektricität proportional ist, der Brechungsexponent bei Erwärmung von 0° C. bis 100° im Verhältniss von 1 zu 1.37 zunehmen, eine Zunahme, die selbst bei den von mir benutzten Pris-

[1] Siemens. Gesammelte Abhandlg. S. 259.

men mit einem sehr kleinen brechenden Winkel sehr wohl messbar sein muss.

Ich habe, um wenigstens den ersten Schritt zur Beantwortung der oben gestellten Frage zu thun, versucht, von einigen Metallen die Änderung des Brechungsexponenten mit der Temperatur zu bestimmen, und gebe im Nachstehenden die Resultate.

Apparate und Beobachtungsmethode.

Die Messungen sind im Allgemeinen in derselben Weise ausgeführt wie früher, doch wurden einige Änderungen vorgenommen, die erwähnt werden mögen. Statt des in Strassburg benutzten Spectrometers von Meyerstein stand mir hier in Berlin ein vorzügliches Instrument von Pistor und Martins zur Verfügung. Das Instrument hat ein Fernrohr mit 42^{mm} Öffnung; ebenso gross ist die Öffnung des Collimatorobjectives. Der Kreis ist in 5 Minuten getheilt und die an demselben befindlichen Mikroskope geben mit Trommelablesung noch $2''$. Für die Messung der Ablenkung der Strahlen durch die Prismen wurden indess die Mikroskope nicht benutzt, sondern das gewöhnliche Ocular des Fernrohrs war durch ein Ocular mit Fadenmikrometer ersetzt. Ein Scalenwerth der Trommel des Mikrometers ergab sich zu $0''.88$, während bei dem Strassburger Instrument, bei welchem die Messung der Ablenkungen der Strahlen durch die Mikroskope am Kreise erfolgte, ein Trommeltheil $1''.945$ betrug. Die Ablesung war also etwa auf das Doppelte verfeinert. Die Winkel der Prismen mussten in der früheren Weise mit Hülfe eines Gauss'schen Oculars und Ablesung der Mikroskope am Kreise gemessen werden. Um die Ablenkungen bei verschiedener Temperatur beobachten zu können, war auf den Tisch des Spectrometers ein länglicher Kasten aus 5^{mm} dickem Kupfer befestigt. Die Länge des Kastens, d. h. die Richtung desselben senkrecht zu den Lichtstrahlen, betrug 260^{mm}, die Höhe 50^{mm}, die Tiefe im Lichten 13^{mm}. Deckelplatte und Vorderwand konnten, um das Prisma bequem in dem Kasten befestigen und justiren zu können, weggenommen werden. Die Glasplatte mit den Doppelprismen wurde an der Hinterwand des Kastens durch Federn festgehalten. Die Vorder- und Rückwand enthielten oblonge Öffnungen zum Durchgang des Lichtes, die, um Luftzug zu vermeiden, mit völlig planparallelen Glasplatten geschlossen waren. Im Deckel waren zwei Hülsen angebracht, durch welche luftdicht zwei Thermometer mit ihren Gefässen in das Innere des Kastens hineinragten. Geheizt wurde der Kupferkasten durch zwei kleine, unter den Enden desselben angebrachte Gasflammen. Die grosse Kupfermasse ermöglichte die Temperatur im Inneren

des Kastens überall ziemlich gleich zu machen, wenn die Heizung auch nur an zwei Stellen erfolgte. Die Gasflammen wurden immer so lange regulirt bis die Thermometer während 20—30 Minuten nur kleine Schwankungen zeigten, und erst dann wurde beobachtet. Um Temperaturänderungen durch äussere Luftbewegungen nach Möglichkeit auszuschliessen, war der Kupferkasten noch mit einem Mantel aus dünnem Eisenblech umgeben.

Ich habe bereits in meiner ersten Mittheilung angegeben, dass man besondere Sorgfalt darauf verwenden muss, das beobachtende Fernrohr bei Messung der Ablenkungen genau auf das Bild des Spaltes einzustellen. Dies hat deshalb seine Schwierigkeit, weil das Bild des Spaltes, wenn das Licht durch die schmalen Prismen hindurch geht, durch Beugung verbreitert wird. Ich habe daher schon bei meinen früheren Versuchen und ebenso bei den jetzigen ein besonderes »Collimationsverfahren« angewandt, welches hier kurz erläutert werden mag.

Auf der Glasplatte, welche das zur Beobachtung dienende Metalldoppelprisma enthält, wird zunächst der von diesem Prisma brauchbare Theil durch einen 2 bis 3^{mm} breiten Rand von schwarzem Lack mit einem feinen Pinsel umgrenzt, dann umgrenzt man mit dem Lack rechts und links von dem Prisma je einen $5—8^{mm}$ breiten Raum, dessen Höhe dem der Prismen gleich ist, endlich schwärzt man die ganze Glasplatte mit dem Lack, so dass nur das Doppelprisma und die beiden seitlichen Fenster frei bleiben. Sollte sich auf Letzteren noch etwas von dem elektrolytisch niedergeschlagenen Metall befinden, so wird dies leicht mit Hülfe einer Cyankaliumlösung, oder einer anderen geeigneten Flüssigkeit weggewischt. Diese seitlichen Fenster dienen zum »Collimiren« des Beobachtungsfernrohres. Man lässt das Licht, indem man die Fenster abwechselnd abblendet, entweder nur durch das eine oder das andere Fenster gehen und verstellt das Ocular des Fernrohres durch seinen Trieb so lange, bis das Spaltbild genau an derselben Stelle des Gesichtsfeldes, d. h. zwischen 2 Parallelfäden im Ocular bleibt, mag das Licht durch das eine oder andere Fenster gehen. Wenn das Objectiv wirklich aplanatisch ist, so liegt nach dieser Justirung das Fadensystem auch genau in der Brennebene. Es ist unerlässlich, diese Collimirung mit der grössten Sorgfalt vor jeder Messungsreihe vorzunehmen. Dass ausserdem dafür gesorgt wurde, dass der Spalt möglichst genau in der Brennebene der Objectivlinse des Spaltrohres stehe, ist wohl selbstverständlich. Die angegebene Justirung des Beobachtungsfernrohres wurde nicht bloss dann angewandt, wenn die Ablenkung der Strahlen gemessen wurde, sondern auch dann, wenn der Winkel des Doppelprismas bestimmt werden sollte. Auch hierbei erhält man bei Benutzung eines

GAUSS'schen Oculars noch deutliche Spiegelbilder eines Fadenkreuzes, wenn auch das Fernrohr merklich falsch eingestellt ist, und ist die angegebene Collimirung, bei welcher nunmehr die Spiegelbilder von den beiden seitlichen Fenstern zur Deckung gebracht werden, daher unerlässlich.

Ich will bemerken, dass die Objective des benutzten Spectrometers bezüglich Aplanasie nicht von der Vollkommenheit sind, wie sie erreicht werden kann, und wenn die Genauigkeit der Messung weiter getrieben werden soll, als ich sie bisher anstrebte und erreichte, so würden die Objective des Apparates durch vollkommnere ersetzt werden müssen.

Zur Collimirung des Fernrohres und dann zur Messung der Ablenkung durch die Prismen war es nöthig, während die Glasplatte mit den Prismen in dem Kupferkasten sich befand, entweder je eins der Fenster oder eins der Prismen für den Durchgang oder die Reflexion des Lichtes frei zu haben, während die anderen Theile verdeckt waren. Zwei Schieber, welche mittels Stangen, die durch die kleinen Seitenwände hindurchgingen, von Aussen verschoben werden konnten, ermöglichten in jedem Fall die gewünschte Abblendung. An jeder der Stangen war durch Hrn. Dr. RAPS, der mir bei diesen Versuchen behülflich war, eine einfache sinnreiche, ohne Figur nicht wohl zu erläuternde Arretirungsvorrichtung angebracht, welche, wenn sie vorher für das betreffende Prismenpaar richtig eingestellt war, erlaubte, ohne die Prismen zu sehen, die gewünschte Abblendung mit Sicherheit vorzunehmen. Es erwies sich als nöthig, wenigstens geschah es der Vorsicht halber stets, die Collimirung bei jeder Temperatur bei der die Ablenkung beobachtet werden sollte, besonders vorzunehmen. Die Prismenwinkel sind nur bei Zimmertemperatur, wenn die Vorderfläche des Kupferkastens entfernt war, bestimmt. Die Messung bei höherer Temperatur bot wegen der mehrfachen Reflexionen an dem Glas in der Vorderwand des Kastens und wegen Luftschlieren, hervorgerufen durch kleine zuweilen auftretende Temperaturungleichheiten im Innern des Kastens bisher zu viel Schwierigkeit. Es wird daher angenommen, dass sich die Prismenwinkel mit der Temperatur nicht merklich ändern. Ich halte diese Annahme für ganz unbedenklich; die kleinen Winkeländerungen, die dadurch entstehen könnten, dass die Prismen nicht ganz frei sind und auf dem Glas, welches einen etwas anderen Ausdehnungscoefficienten als die einzelnen Metalle hat, haften, sind jedenfalls völlig zu vernachlässigen.

Ich werde übrigens unten einen indirecten Beweis geben, dass innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler die Prismenwinkel als mit der Temperatur unveränderlich anzusehen sind.

Beobachtungen und Resultate.

Die nachstehende Tabelle enthält die Resultate der ausgeführten Beobachtungen. Unter δ ist die Summe der Winkel der benutzten Doppelprismen, unter t die Temperatur in Celsiusgraden, unter α die Ablenkung der Strahlen durch die Prismen gegeben, also ebenso wie in der früheren Mittheilung der Winkel, welchen die durch die beiden Prismen gehenden Strahlenbündel nach dem Hindurchgang mit einander machen. Die Werthe von α und δ sind in dieser Mittheilung stets in Bogensecunden angegeben. Unter n befindet sich der in der früher angegebenen Weise berechnete Brechungsexponent; unter β die Temperaturcoefficienten für n. Dieselben sind in der Weise berechnet, dass, wenn t die niedere und t' die höhere Temperatur bedeutet, gesetzt ist $n_{t'} = n_t\,(1 + \beta\,(t' - t))$.

	δ	t	α	n	β
Gold rothes Licht	16.55	18°	− 8.00	0.52	
		118	− 3.52	0.79	0.0035
Gold blaues Licht		18	+ 1.00	1.06	
		76	+ 5.63	1.34	0.0045
		78	+ 6.54	1.39	0.0052
		118	+ 9.98	1.60	0.0051
		128	+ 11.84	1.72	0.0056
				Mittel	0.0051
Platin weisses Licht	28.31	22	+ 19.90	1.70	
		109	+ 31.10	2.10	0.0027
Nickel rothes Licht	25.90	20	+ 31.07	2.20	
		112	+ 43.64	2.69	0.0026
Eisen rothes Licht	32.60	20	29.96	1.92	
		102	50.08	2.54	0.0040
Silber weisses Licht	17.92	22	− 12.19	0.32	
		92	− 9.71	0.46	0.0064

Das benutzte Golddoppelprisma ist das gleiche, welches in der ersten Mittheilung als Nr. 1 bezeichnet ist. Der Winkel wurde neu gemessen und ergab sich zu 16.55. In Strassburg hatte sich ergeben 9,65 Trommeltheile, d. i. 18.91.

Das Platindoppelprisma ist das Prisma Nr. 3 der früheren Untersuchung; der Winkel ist nicht neu bestimmt, sondern ist für denselben der frühere Werth 14,52 Trommeltheile, gleich 28.11 genommen.

Das Nickelprisma wurde neu elektrolytisch angefertigt; leider gab die eine Seite kein gutes Spiegelbild, so dass der Winkel nicht bestimmt werden konnte. Es blieb daher nichts übrig, als aus der

Ablenkung bei Zimmertemperatur und dem früher bestimmten Brechungsexponenten für *Ni* den Winkel zu berechnen und diesen zu Grunde zu legen für die Berechnung von n bei höherer Temperatur.

Das Eisendoppelprisma wurde neu elektrolytisch niedergeschlagen und der Winkel der Prismen durch Spiegelung bestimmt. Das Prisma oxydirt sich bald, so dass nur wenige Versuche ausgeführt werden konnten.

Das Silberprisma ist neu angefertigt; es war schön blau durchsichtig und gab bei den Reflexionsbeobachtungen zur Winkelbestimmung sehr gute Spiegelbilder.

Wie oben schon angegeben, wurden die Winkel immer nur bei Zimmertemperatur bestimmt.

Sämmtliche angegebenen Werthe von α und δ sind die Mittel aus mehreren Einzelbestimmungen, meist 3 bis 4.

Als Lichtquelle diente, wie früher, eine elektrische Lampe, das rothe Licht wurde durch Einschalten eines rothen Glases, das blaue durch Einschalten einer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxydammoniak erhalten.

Wie man sieht, sind die Beobachtungen bei Zimmertemperatur in hinreichender und guter Übereinstimmung mit den früher erhaltenen Werthen. Für die Ermittelung eines Temperaturcoefficienten ist Silber nicht wohl brauchbar, wenigstens nicht bei den Fehlergrenzen der jetzigen Beobachtungen. In Folge des kleinen Brechungsexponenten des Silbers ist die Änderung der Ablenkung mit der Temperatur sehr gering, so dass sie fast in die Beobachtungsfehler fällt. Dem Werthe $\beta = 0.0064$ ist daher eine Bedeutung nicht beizulegen. Eine kleine Änderung in α oder δ würde β schon beträchtlich ändern.

Die Werthe von β für die anderen Metalle sind mit erheblich grösserer Sicherheit bestimmt, da die Änderungen von α mit der Temperatur sehr viel grössere sind als bei Silber. Man sieht nun dass die Zahlen für β nicht nur der Grössenordnung nach, sondern wirklich sehr nahe mit den Temperaturcoefficienten zusammen fallen, welche für die Änderung des galvanischen Widerstandes der Metalle bestimmt sind. Nimmt man für n blau bei Gold das Mittel der Beobachtungen, 0.0051, so ist das Gesammtmittel aus den Werthen von $\beta = 0.0036$. Dass diese Zahl fast genau mit dem Mittel der Temperaturcoefficienten für das galvanische Leitungsvermögen stimmt, ist wohl nur Zufall. Innerhalb der Beobachtungsgrenzen schliessen sich aber die sämmtlichen β diesem Mittel hinreichend nahe an. Man kann daher sagen, dass, soweit bis jetzt die Beobachtungen reichen, die Brechungsexponenten der Metalle, nahe den gleichen Temperaturcoefficienten, 0.0036, haben, oder es ist die Lichtgeschwin-

digkeit in einem und demselben Metall der absoluten Temperatur umgekehrt proportional. Die gleiche Beziehung zur absoluten Temperatur zeigt, wie die oben citirten Versuche ergeben, das galvanische Leitungsvermögen. In ein und demselben Metall bleiben daher bei Änderung der Temperatur Lichtgeschwindigkeit und galvanisches Leitungsvermögen einander wirklich proportional.

Um die durch die bisherigen Untersuchungen für die verschiedenen Metalle nur im Allgemeinen angedeutete Beziehung zwischen Lichtgeschwindigkeit und galvanischem Leitungsvermögen wirklich aufzufinden, sind genauere Versuche erforderlich, als sie bisher ausgeführt werden konnten. Solche werden sich anstellen lassen, wenn es gelingt, bessere Prismen aus Metall herzustellen. Dahin zielende Versuche sind in Vorbereitung. Es wird dann aber auch nöthig sein, an demselben Stück Metall, für welches der Brechungsexponent ermittelt wurde, das galvanische Leitungsvermögen zu bestimmen.

Der Umstand, dass bei den bisherigen Versuchen die Prismenwinkel nur bei Zimmertemperatur gemessen sind und nicht auch bei der höheren, bei welcher die Ablenkung beobachtet wurde, kann die obigen Resultate nicht wohl fälschen. Würden die Prismenwinkel sich bei Erhöhung der Temperatur ändern, so würde doch wohl bei den meisten Metallen, oder vielleicht bei allen entweder eine Vergrösserung oder eine Verkleinerung der Winkel eintreten. Damit sind aber die obigen Resultate bei Prismen mit Brechungsexponenten kleiner und grösser als Eins in Widerspruch.

Weshalb Hr. Sissingh[1] eine Änderung der Reflexionsconstanten am Eisen bei Temperaturänderung nicht beobachten konnte, während ich bei Zunahme der Temperatur eine erhebliche Zunahme des Brechungsexponenten erhielt, vermag ich nicht anzugeben. Schliesslich möchte ich noch darauf hinweisen, dass die Änderung der Brechungsexponenten der Metalle mit der Temperatur sehr viel grösser ist, als diejenige, welche die Exponenten anderer Materialien zeigen. Bei den verschiedenen Glassorten, die untersucht sind, ändert sich n für 1° C. um ungefähr + 0,000003 bis 0,000007, bei Steinsalz um — 0,000037 und bei einer Anzahl von Flüssigkeiten um 0,0004 bis 0,0006.

Eine Änderung der Dispersion der Metalle mit der Temperatur ist durch die obigen Versuche nicht sicher constatirt. Auf die Differenz der Werthe von $\mathfrak{S}$ für rothes und blaues Licht bei Gold, nämlich 0,0035 und 0.0051 möchte ich vorläufig keinen Werth legen, da diese Differenz noch durch Beobachtungsfehler entstanden sein kann.

[1] Vergl. meine erste Mittheilung S. 271.

Über das Gleichgewicht der lebendigen Kraft zwischen progressiver und Rotations-Bewegung bei Gasmolekülen.

Von Ludwig Boltzmann
in Graz.

(Vorgelegt am 13. December [s. oben S. 1271].)

Die Resultate, zu welchen Maxwell und ich in Beziehung auf das Gleichgewicht der lebendigen Kraft gelangt sind, werden ohne Zweifel erst durch Anwendung auf specielle Fälle, in denen der Natur der Sache gemäss die Rechnung sich vollständig durchführen lässt, für die Gastheorie nutzbar gemacht werden können. Hrn. Burnside gebührt das Verdienst, einen ziemlich allgemeinen hierher gehörigen Fall durchgearbeitet zu haben.[1] Die Schlussresultate, zu welchen derselbe gelangt, widersprechen zwar dem allgemeinen Theoreme, wonach die mittlere lebendige Kraft für jeden Freiheitsgrad dieselbe sein soll; doch rührt dies bloss daher, dass er unendlich Kleines von derselben Grössenordnung, wie die ausschlaggebenden Glieder vernachlässigt, indem er annimmt, dass die Häufigkeit der Zusammenstösse durch die excentrische Lage des Schwerpunktes seiner Moleküle nicht alterirt wird. Bei genauer Berücksichtigung dieses Umstandes steht vielmehr das von Hrn. Burnside angezogene Beispiel in voller Übereinstimmung mit dem erwähnten allgemeinen Satze und ist wohl geeignet, diesen zu veranschaulichen und zu verificiren.

Dies zu zeigen, soll der Zweck der gegenwärtigen Abhandlung sein; ausserdem soll die Rechnung noch in bedeutend allgemeineren Fällen durchgeführt werden, wo sie zu dem gleichen Resultate führt.

§. 1. Wir wollen zunächst genau den von Hrn. Burnside vorausgesetzten Fall betrachten. Die Gasmoleküle seien vollkommen elastische, unendlich wenig deformirbare Kugeln vom Durchmesser δ, deren Masse jedoch ungleichförmig in ihrem Innern vertheilt sei, so dass der Schwerpunkt excentrisch liegt und sie 3 verschiedene Hauptträgheitsmomente A, B, C bezüglich desselben besitzen. Wie bei Hrn. Burnside

[1] Edinb. trans. 18. Juli 1887.

bezeichne c die Länge der vom Centrum eines Moleküls bis zu dessen Schwerpunkt gezogenen Geraden. Durch das Centrum jedes Moleküls denken wir uns drei Gerade, die »bewegten Axen« des Moleküls, parallel den drei Hauptträgheitsaxen des Schwerpunktes in beliebigem Sinne gelegt, jedoch so, dass sie bei cyklischer Vertauschung congruente körperliche Winkel bilden; die Cosinus der Winkel, welche die Gerade c mit den bewegten Axen bildet, seien α, β, γ. Wir denken uns nun mit einem bestimmten Moleküle M eine concentrische Kugel vom Radius δ starr verbunden und mitbewegt. Vom Centrum O desselben ausgehend ziehen wir eine Gerade G, welche mit den bewegten Axen OA, OB, OC des Moleküls Winkel bildet, deren Cosinus $l = \sin\vartheta \cos\phi$, $m = \sin\vartheta \sin\phi$, $n = \cos\vartheta$ seien. Lassen wir ϑ und ϕ um $d\vartheta$ bez. $d\phi$ wachsen, so schneidet diese Gerade aus der Kugel vom Radius δ ein Flächenelement vom Flächeninhalte $df = \delta^2 \sin\vartheta\, d\vartheta\, d\phi$ aus, welches sich fest mit dem Moleküle M verbunden mit diesem mitbewege. Alle anderen Moleküle, deren Centra O' von diesem Flächenelemente ereilt werden, gelangen mit M so zum Zusammenstosse, dass die Gerade G im Momente des Zusammenstosses Centrilinie ist, dass also die Centrilinie im Momente des Stosses gegen die bewegten Axen des Moleküls M eine Lage hat, welche dadurch bestimmt ist, dass ϑ und ϕ zwischen den Grenzen ϑ und $\vartheta + d\vartheta$ bez. ϕ und $\phi + d\phi$ liegen, was wir die Bedingung 4 nennen wollen. Wir heben von allen diesen Molekülen nur diejenigen hervor, für welche folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. Die Winkel ϑ' und ϕ' sollen zwischen den Grenzen ϑ' und $\vartheta' + d\vartheta'$ bez. ϕ' und $\phi' + d\phi'$ liegen. Dabei seien $l' = \sin\vartheta' \cos\phi'$, $m' = \sin\vartheta' \sin\phi'$, $n' = \cos\vartheta'$ die Cosinuse der Winkel, welche die Centrilinie $O'O$ im Momente des Zusammenstosses, also die der Geraden G entgegengesetzte Richtung mit den bewegten Axen $O'A', O'B'$, $O'C'$ des zweiten Moleküls bildet.

2. Die Winkelgeschwindigkeiten der Drehung des zweiten Moleküls um seine 3 durch den Schwerpunkt S' gehenden Hauptträgheitsaxen sollen zwischen ω_1' und $\omega_1' + d\omega_1'$, ω_2' und $\omega_2' + d\omega_2'$, ω_3' und $\omega_3' + d\omega_3'$ liegen.

3. Die Componenten der progressiven Bewegung des Schwerpunktes S' in der Richtung $O'O$ und in zwei gegebenen darauf senkrechten Richtungen sollen zwischen den Grenzen u' und $u' + du'$, v' und $v' + dv'$, w' und $w' + dw'$ liegen.

Sei u die Geschwindigkeits-Componente des Schwerpunktes S des Moleküls M in der Richtung G oder OO', welche sich auch auf das fest damit verbundene Flächenelement df überträgt und σ die in derselben Richtung geschätzte Componente der Geschwindigkeit, welche

df vermöge der Rotation von M besitzt. Ferner sei σ' die in der Richtung $O'O$ geschätzte Componente der Geschwindigkeit, welche O' in Folge der Rotation des zweiten Moleküls besitzt, zu welcher noch die progressive Geschwindigkeit u' des zweiten Moleküls kommt. Die Häufigkeit der Zusammenstösse hängt offenbar bloss von der relativen Geschwindigkeit ab; sie wäre also dieselbe, wenn sich df mit der Geschwindigkeit $u + u' + \sigma + \sigma'$ in der Richtung OO' bewegte und die Centra der gestossenen Moleküle ruhen würden. Dann würde aber das Element df während einer sehr kurzen Zeit τ einen Cylinder vom Volumen $dq = df \cdot \tau (u + u' + \sigma + \sigma')$ durchlaufen. Es sollen sich in der Volumeinheit überhaupt durchschnittlich die Centra von N Molekülen befinden. Wir nehmen mit Burnside als bewiesen an, dass durchschnittlich

$$dN_1 = \sqrt{\frac{h^3}{\pi^3}} N e^{-h(u'^2 + v'^2 + w'^2)} du' dv' dw'$$

dieser Moleküle die oben unter 3. angeführte Bedingung erfüllen und dass von diesen wieder

$$dN_2 = dN_1 \sqrt{\frac{k_1 k_2 k_3}{\pi^3}} e^{-k_1 \omega_1'^2 - k_2 \omega_2'^2 - k_3 \omega_3'^2} d\omega_1' d\omega_2' d\omega_3'$$

auch noch die unter 2. besprochene Bedingung erfüllen. Diese dN_2 Moleküle haben noch alle möglichen Lagen im Raume. Die Zahl derjenigen von ihnen, deren Lage auch noch durch die Bedingung 1. beschränkt ist, beträgt

$$dN_3 = \frac{1}{4\pi} dN_2 \sin \vartheta' d\vartheta' d\phi' .$$

Da dies die Zahl der Moleküle in der Volumseinheit ist, so werden

$$dN_4 = dN_3 dq$$

Moleküle sich im Volumen dq befinden, welche die Bedingungen 1. 2. und 3. erfüllen. Mit allen diesen stösst das Molekül M während der Zeit τ so zusammen, dass die Bedingungen 1. 2. 3. und 4. erfüllt sind. Unter unendlich ähnlichen Bedingungen wie das Molekül M befinden sich alle Moleküle, für welche 5. die Componenten der Geschwindigkeit des Schwerpunktes in der Richtung OO' und zwei gegebenen darauf senkrechten Richtungen zwischen den Grenzen u und $u + du$, v und $v + dv$ bez. w und $w + dw$ liegen,

6. die Winkelgeschwindigkeiten der Drehung um die 3 beweglichen Axen OA, OB, OC dieses Moleküls zwischen den Grenzen ω_1 und $\omega_1 + d\omega_1$, ω_2 und $\omega_2 + d\omega_2$, ω_3 und $\omega_3 + d\omega_3$ liegen.

Die Zahl aller Moleküle, welche den Bedingungen 5. und 6. genügen, ist pro Volumeinheit

$$dN_5 = N\sqrt{\frac{h^3 k_1 k_2 k_3}{\pi^6}}\, e^{-h(u^2+v^2+w^2)-k_1\omega_1^2-k_2\omega_2^2-k_3\omega_3^2}\, du\, dv\, dw\, d\omega_1\, d\omega_2\, d\omega_3\,;$$

die Zahl aller Zusammenstösse überhaupt, welche in der Volumseinheit während der Zeiteinheit so geschehen, dass dabei die Bedingungen 1....6. erfüllt sind, ist $dN_6 = dN_4 \cdot dN_5 : \tau$.

Bezeichnen wir $u+u'$ mit λ, $\sigma+\sigma'$ mit μ,

$$e^{-h(u^2+v^2+w^2+u'^2+v'^2+w'^2)-k_1(\omega_1^2+\omega_1'^2)-k_2(\omega_2^2+\omega_2'^2)-k_3(\omega_3^2+\omega_3'^2)}$$

mit ν, so ist:

$$dN_6 = N^2\,\frac{h^3 k_1 k_2 k_3\,\delta^2}{4\pi^7}\,\nu\,(\lambda+\mu)\, du\, dv\, dw\, du'\, dv'\, dw'\, d\omega_1\, d\omega_2\, d\omega_3\, d\omega_1'\, d\omega_2'\, d\omega_3'$$
$$\sin\vartheta\,\sin\vartheta'\, d\vartheta\, d\vartheta'\, d\phi\, d\phi'.$$

Dieser Ausdruck über alle möglichen Werthe der darin enthaltenen Variablen, welche $\lambda+\mu$ nicht negativ machen, integrirt, liefere den Werth Z. Dieser ist dann gleich der doppelten Anzahl der Zusammenstösse, welche in der Volumseinheit während der Zeiteinheit überhaupt stattfinden, oder der Nfachen Zahl der Zusammenstösse, welche ein Molekül durchschnittlich während der Zeiteinheit erfährt. Ehe wir die Integration ausführen, muss noch σ und σ' bestimmt werden. Die Winkelgeschwindigkeit des Moleküls M um eine durch den Schwerpunkt S senkrecht auf die Ebene $O'OS$ gezogene Axe ist:

$$\omega_4 = \frac{p\omega_1 + q\omega_2 + r\omega_3}{\sin\varepsilon}.$$

Dabei ist $p = n\beta - m\gamma$, $q = l\gamma - n\alpha$, $r = m\alpha - l\gamma$; $\sin\varepsilon = \sqrt{p^2+q^2+r^2}$ ist der Sinus des Winkels $O'OS$.

Wir wollen der Grösse ω_1 positives Zeichen geben, wenn die Drehung von der positiven OC- gegen die positive OB-Axe gerichtet ist, woraus sich durch cyklische Vertauschung das Zeichen von ω_2 und ω_3 ergiebt. Dann wird der Zähler von ω_4 positiv, wenn die Rotation in demselben Sinne erfolgt, in welchem OO' auf kürzestem Wege in OS übergeführt werden kann, negativ im entgegengesetzten Falle. Nehmen wir daher $\sin\varepsilon$ im ersten Falle positiv, im letzten negativ, so wird ω_4 allemal positiv. Die Geschwindigkeit eines beliebigen mit dem Molekül M fest verbundenen Punktes P der Geraden OO' in Folge der Rotation des Moleküls um den Schwerpunkt ist $\omega_4 \cdot SP$ und deren Componente σ in der Richtung OO' ist $\omega_4\, SP \sin SPO$, welche Grösse unter denselben Bedingungen positiv bez. negativ ist, unter denen gemäss unserer Übereinkunft $\sin\varepsilon$ positiv bez. negativ ist.

Wegen $SP \sin SPO = c \sin\varepsilon$ ist

$$\sigma = c\omega_4 \sin\varepsilon = c(p\omega_1 + q\omega_2 + r\omega_3).$$

Dieser Ausdruck hat für alle Punkte der Geraden OO' denselben Werth, folglich auch für den Punkt O', für welchen er in die schon früher mit σ bezeichnete Grösse übergeht. Denken wir uns umgekehrt die Gerade $O'O$ fest mit dem 2. Moleküle verbunden, so ergiebt sich

$$\sigma' = (p'\omega_1' + q'\omega_2' + r'\omega_3')\, c$$

für die Geschwindigkeits-Componente, welche jeder Punkt dieser Geraden, folglich auch der Punkt O' in der Richtung $O'O$ in Folge der Rotations-Bewegung des 2. Moleküls um seinen Schwerpunkt hat. — Die gestrichenen Buchstaben haben hier für das 2. Molekül durchaus analoge Bedeutung wie die ungestrichenen für das erste. Für den Betrag, um welchen durch den Zusammenstoss die gesammte lebendige Kraft progressiver Bewegung der Schwerpunkte beider Moleküle vermehrt, daher die der Rotations-Bewegung um den Schwerpunkt für beide Moleküle vermindert wird, findet schon Burnside a. a. O.

$$T = \frac{2}{(2 + c^2K)^2}(\lambda + \mu)(2\mu - c^2K\lambda)$$

wobei:

$$K = \frac{p^2 + P^2}{A} + \frac{q^2 + Q^2}{B} + \frac{r^2 + R^2}{C}.$$

Bei Burnside treten die Buchstaben P, Q, R an die Stelle der hier gebrauchten p', q', r'. Die lebendige Kraft, welche in der Zeit- und Volumeinheit im Mittel aus der Form von Rotations-Bewegung in solche progressiver Bewegung übergeht, ist

$$\overline{T} = \frac{\int T dN_6}{Z}$$

wobei $Z = \int dN_6$.

Die Integrationen nach v, w, v' und w' können ohne weiteres zwischen $-\infty$ und $+\infty$ durchgeführt werden. Setzen wir zudem:

$$cp\omega_1 = x_1,\quad cq\omega_2 = x_2,\quad cr\omega_3 = x_3,\quad cp'\omega_1' = x_4,\quad cq'\omega_2' = x_5,\quad cr'\omega_3' = x_6$$

$$a_1 = \frac{k_1}{c^2p^2},\quad a_2 = \frac{k_2}{c^2q^2},\quad a_3 = \frac{k_3}{c^2r^2},\quad a_4 = \frac{k_1}{c^2p'^2},\quad a_5 = \frac{k_2}{c^2q'^2},\quad a_6 = \frac{k_3}{c^2r'^2}$$

so wird:

$$Z\overline{T} = \int T dN_7,\quad Z = \int dN_7$$

wobei:

$$dN_7 = N^2 \frac{h k_1 k_2 k_3 \delta^2}{4\pi^5 c^6 pqrp'q'r'} \nu_1 (\lambda + \mu)\, du\, du'\, dx_1\, dx_2 \ldots dx_6 \sin\vartheta \sin\vartheta'\, d\vartheta\, d\phi\, d\vartheta'\, d\phi'$$

$$\nu_1 = e^{-h(u^2 + u'^2) - a_1x_1^2 - \ldots - a_6x_6^2}$$

$$\mu = x_1 + x_2 + \ldots + x_6.$$

Die Weiterführung der Integration kann nach folgenden allgemeinen Formeln geschehen. Es sei

$$\iint\ldots e^{-(a_1x_1^2+a_2x_2^2+\ldots+a_{n+1}x_{n+1}^2)} f\cdot dx_1 dx_2\ldots ax_{n+1} = J$$

zu entwickeln, wobei f bloss eine Function der Summe $x_1+x_2+\ldots+x_{n+1}$ sein soll und die Integrationen alle Werthe umfassen, für welche diese Summe gleich oder grösser als eine gegebene Grösse ρ wird. Wir setzen

$$x_1+x_2+\ldots+x_{n+1}=z\,,\quad x_2+x_3+\ldots+x_n=y_2$$
$$x_3+x_4+\ldots+x_n=y_3\,;\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$a_{n+1}=b_1\,,\quad \frac{1}{a_{n+1}}+\frac{1}{a_1}=\frac{1}{b_2}\,,\quad \frac{1}{a_{n+1}}+\frac{1}{a_1}+\frac{1}{a_2}=\frac{1}{b_3}\,,\ldots\ldots$$

Dann ist:

$$J=\iint\ldots e^{-a_1x_1^2-\ldots-a_nx_n^2-b_1(z-y_2-x_1)^2} f\cdot dx_1\ldots dx_n dz$$

$$=\iint\ldots e^{-(a_1+b_1)\left[x_1-\frac{b_1}{a_1+b_1}(z-y_2)\right]^2-b_2(z-y_2)^2-a_2x_2^2-\ldots-a_nx_n^2} f\cdot dx_1\ldots dx_n dz$$

$$=\sqrt{\frac{\pi}{a_1+b_1}}\iint\ldots e^{-a_2x_2^2-\ldots-a_nx_n^2-b_2(z-y_3-x_2)^2} f\cdot dx_2\ldots dx_n dz$$

$$=\sqrt{\frac{\pi^2}{(a_1+b_1)(a_2+b_2)}}\iint\ldots e^{-a_3x_3^2-\ldots-a_nx_n^2-b_3(z-y_4-x_3)^2} f\cdot dx_3\ldots dx_n dz$$

$$=\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$=\sqrt{\frac{\pi^n}{(a_1+b_1)(a_2+b_2)\ldots(a_n+b_n)}}\int_\rho^\infty e^{-b_{n+1}z^2} f\cdot dz$$

$$=\sqrt{\frac{\pi^n}{a_1a_2\ldots a_{n+1}\left(\frac{1}{a_1}+\frac{1}{a_2}+\ldots+\frac{1}{a_{n+1}}\right)}}\int_\rho^\infty f(z)\cdot e^{-\frac{z^2}{\frac{1}{a_1}+\frac{1}{a_2}+\ldots+\frac{1}{a_{n+1}}}} dz\,.$$

Wir können nach dieser Formel zunächst die Integrationen nach u und u' auf eine reduciren und erhalten:

$$\iint\phi(\lambda)e^{-h(u^2+u'^2)}du\,du'=\sqrt{\frac{\pi}{2h}}\int\phi(\lambda)e^{-\frac{h}{2}\lambda^2}d\lambda,$$

hernach kann man die Integrationen nach den x in eine einzige zusammenfassen, was giebt:

$$\iint\ldots\psi(\mu)e^{-a_1x_1^2-\ldots-a_6x_6^2}dx_1\ldots dx_6=\frac{c^5pqrp'q'r'}{k_1k_2k_3}\sqrt{\frac{\pi^5}{L}}\int\psi(\mu)e^{-\frac{\mu^2}{c^2L}}d\mu,$$

wobei:

$$L = \frac{p^2 + p'^2}{k_1} + \frac{q^2 + q'^2}{k_2} + \frac{r^2 + r'^2}{k_3}.$$

Setzen wir daher:

$$H = \iint T e^{-\frac{h}{2}\lambda^2 - \frac{\mu^2}{c^2 L}} (\lambda + \mu)\, d\lambda\, d\mu,$$

$$H_1 = \iint e^{-\frac{h}{2}\lambda^2 - \frac{\mu^2}{c^2 L}} (\lambda + \mu)\, d\lambda\, d\mu,$$

so wird:

$$Z\overline{T} = \frac{N^2 \delta^2}{4\pi^2 c} \sqrt{\frac{h}{2}} \iiiint \frac{H}{\sqrt{L}} \sin\vartheta \sin\vartheta'\, d\vartheta\, d\vartheta'\, d\phi\, d\phi'$$

$$Z = \frac{N^2 \delta^2}{4\pi^2 c} \sqrt{\frac{h}{2}} \iiiint \frac{H_1}{\sqrt{L}} \sin\vartheta \sin\vartheta'\, d\vartheta\, d\vartheta'\, d\phi\, d\phi'.$$

Man findet leicht (am bequemsten, indem man die früher für J aufgestellte Formel zur Reduction auf ein einfaches Integral benutzt):

$$i = \int_{-\infty}^{+\infty} dx \int_{-x}^{\infty} dy\, e^{-(ax^2 + by^2)} (x + y) = \frac{\sqrt{\pi(a+b)}}{2ab}$$

$$i_1 = \iint dx\, dy\, e^{-(ax^2 + by^2)} (x + y)^3 = \sqrt{\pi(a+b)} \cdot \frac{a+b}{2a^2 b^2} = \frac{i(a+b)}{ab}.$$

Die Differentiation des ersten Integrals, einmal nach a, ein anderes Mal nach b, liefert:

$$i_2 = \iint dx\, dy\, e^{-ax^2 - by^2} x^2 (x + y) = \frac{i(a + 2b)}{2a(a+b)},$$

$$i_3 = \iint dx\, dy\, e^{-ax^2 - by^2} y^2 (x + y) = \frac{i(2a + b)}{2b(a+b)}.$$

Aus den letzteren drei Integralen folgt noch:

$$i_4 = \iint dx\, dy\, e^{-ax^2 - by^2} xy (x + y) = \frac{i}{2(a+b)}.$$

Bisher ist nirgends die Voraussetzung, dass c sehr klein sei, gemacht worden.

Machen wir nun für einen Augenblick diese Voraussetzung, so wird μ klein gegen λ, folglich $T = \lambda\mu + \mu^2 - \frac{c^2}{2} K\lambda^2$.

Es zerfällt daher H in drei Integrale von der Form von i_2, i_3 und i_4, wobei $a = \frac{h}{2}$, $b = \frac{1}{c^2 L}$ ist. Da c sehr klein ist, so verschwindet a gegen b, es ist also:

$$i_4 = i_3 = \frac{c^2 Li}{2}, \quad i_2 = \frac{2i}{h}$$

daher

$$H = c^2 H_1 \left(L - \frac{K}{h} \right).$$

H und folglich auch $\overline{T}$ verschwindet also sicher, wenn allgemein $hL = K$, also

$$h = \frac{k_1}{A} = \frac{k_2}{B} = \frac{k_3}{C}$$

ist, d. h. wenn die gesammte lebendige Kraft der fortschreitenden Bewegung gleich der gesammten lebendigen Kraft der drehenden Bewegung ist. Man überzeugt sich übrigens leicht, dass dasselbe auch gilt, wenn c nicht als klein vorausgesetzt wird. Dann ist

$$T = \frac{4}{(2 + c^2 K)^2} \left(\lambda\mu + \mu^2 - \frac{c^2}{2} K\lambda^2 - \frac{c^2}{2} K\lambda\mu \right)$$

daher:

$$H = H_1 \frac{2}{(2 + c^2 K)^2} \cdot \frac{1}{ab(a+b)} \left[ab \left(1 - \frac{c^2 K}{2} \right) + 2a^2 + ab - \frac{c^2 K}{2} (ab + 2b^2) \right]$$

was wegen $a = \frac{h}{2}$, $b = \frac{1}{c^2 L} = \frac{h}{c^2 K}$ ebenfalls verschwindet.

Die Zahl der Zusammenstösse, welche ein Molekül in der Zeiteinheit durchschnittlich erleidet, ist

$$\frac{Z}{N} = \frac{N\delta^2}{4\sqrt{2h\pi^3}} \int_0^\pi d\vartheta \int_0^\pi d\vartheta' \int_0^{2\pi} d\phi \int_0^{2\pi} d\phi' \sin\vartheta \sin\vartheta' \sqrt{1 + \frac{hc^2 L}{2}}.$$

Die Ausführung der Integration ist leicht, wenn c als sehr klein betrachtet wird, dann ist:

$$\frac{Z}{N} = N\delta^2 \sqrt{\frac{8\pi}{h}} \left[1 + \frac{c^2}{6} \left(\frac{1-\alpha^2}{A} + \frac{1-\beta^2}{B} + \frac{1-\gamma^2}{C} \right) \right]$$

wobei $1-\alpha^2$, $1-\beta^2$, $1-\gamma^2$ die Quadrate der Sinus der Winkel sind, welche c mit den Hauptträgheitsaxen bildet. Die Gesammtzahl der Stösse ändert sich also nur um eine Grösse, die klein von der Ordnung c^2 ist; dagegen ändert sich die Zahl der Zusammenstösse, welche bei bestimmten Werthen der Progressiv- und Rotations-Bewegung der Moleküle und unter bestimmten Winkeln erfolgen, um ein Glied, welches von der Grössenordnung c gegenüber dem Hauptglied ist, sobald sich c um einen Betrag von gleicher Grössenordnung ändert.

---

§. 2. Wir wollen nun zu dem allgemeineren Falle übergehen, dass die Moleküle starre, vollkommen elastische Körper von beliebiger Gestalt sind, wobei wir nur voraussetzen, dass ihre Oberfläche immer

nach aussen convex ist und nirgends Spitzen oder scharfe Ecken besitzt. Wir betrachten zunächst ein bestimmtes Molekül M. Auf dessen Oberfläche construiren wir ein unendlich kleines Rechteck DEE_1K, dessen Seiten $p = DE$ und $p_1 = DE_1$ je einer Hauptkrümmungsrichtung an der betreffenden Stelle parallel sein sollen. Wir fragen zunächst, wie viele Moleküle (M') mit dem Molekül M so zusammenstossen, dass der Berührungspunkt auf dem betrachteten Flächenelemente vom Flächeninhalte $df = pp_1$ liegt, und dass im Momente des Stosses die Richtung des zweiten Moleküls eine völlig gegebene ist. Das Molekül M' soll zuerst in der Ecke D des Rechteckes berühren; nun werde es parallel zu sich selbst verschoben, bis es in der benachbarten Ecke E berührt; der Punkt, mit dem es anfangs berührte (P) soll dabei nach F gelangt sein. Zieht man durch E eine Ebene parallel der Berührungsebene in D, so schneidet diese die Oberfläche des zweiten Moleküls in einer Ellipse. ζ sei die Entfernung des Centrums F' der Ellipse von F; die Gerade FF' steht senkrecht auf der Ebene der Ellipse. Ebenso sei $\varepsilon = DD'$ die von D auf diese Ebene gefällte Senkrechte. Die Halbaxen der Ellipse seien a und b; erstere bilde mit der im Punkte E an die Ellipse gezogene Tangente den Winkel α, das von F' auf diese Tangente gefällte Loth sei $F'N$. Die gemeinsame Tangentialebene beider Moleküle im Punkte E schneide die Verlängerungen der beiden Geraden DD' und FF' in D'' bez. F'', dann ist $FF'':DD'' = NF':DE$ oder da $2\varepsilon = DD''$, $2\zeta = FF''$ so folgt

$$\zeta : \varepsilon = NF' : DE.$$

Nach bekannten Eigenschaften der Ellipse ist

$$NF' = \sqrt{a^2 \cos^2\alpha + b^2 \sin^2\alpha}$$

$$NE = \sqrt{EF'^2 - NF'^2} = \frac{(a^2 - b^2)\sin\alpha\cos\alpha}{\sqrt{a^2\cos^2\alpha + b^2\sin^2\alpha}}.$$

Verschieben wir das 2. Molekül wieder von der Stellung, wo es in D berührte, in die, wo es in E_1, der anderen D benachbarten Ecke des Rechteckes DEE_1K, berührt; der ursprüngliche Berührungspunkt gelange dabei nach F_1. Die durch E und E_1 gelegte Ebene, welche der Tangentialebene des Moleküls M im Punkte D parallel ist, schneidet die jetzige Lage des Moleküls in einer der früheren ähnlichen und ähnlich gelegenen Ellipse, deren Centrum F_1' heisse und für welche dieselben Bezeichnungen wie für die erste Ellipse nur mit angehängtem Index 1 gelten sollen. Für die letztere Ellipse tritt dann $90 - \alpha$ an die Stelle von α und man hat

$$N_1F_1' = \sqrt{a_1^2 \sin^2\alpha + b_1^2 \cos^2\alpha}$$

$$N_1E_1 = \frac{(a_1^2 - b_1^2)\sin\alpha\cos\alpha}{\sqrt{a_1^2 \sin^2\alpha + b_1^2 \cos^2\alpha}}$$

$$\zeta_1 : \varepsilon_1 = N_1F_1' : DE_1 .$$

Denken wir uns nun beiden Molekülen eine solche gemeinsame Geschwindigkeit zur Bewegung, die sie bereits besitzen, dazu ertheilt, dass der Punkt P des 2. Moleküls in Ruhe kommt, denken wir uns das Parallelogramm $D'F'F_1'G$ (welches durch die bereits definirten 3 Ecken D', F' und F_1' bestimmt ist) mit dem in diesem Bewegungszustande gedachten Moleküle M fest verbunden und mitbewegt und bezeichnen wir mit $\lambda + \mu$ die Geschwindigkeitscomponente dieses Parallelogramms normal zu seiner Ebene, mit $d\phi$ den Flächeninhalt des Parallelogramms und mit $dv = (\lambda + \mu)\,\tau d\phi$ das Volumen, welches es während der Zeit τ durchstreicht, so wird das Molekül M mit allen jenen Molekülen M' während der Zeit τ zusammenstossen, für welche der Punkt P in dv liegt. Da alle Moleküle M' parallele Lage haben, so ist die Zahl dieser Moleküle gleich der Zahl derjenigen, deren Schwerpunkt innerhalb eines Raumes vom Volumen dv liegt.

Die beiden Hauptkrümmungsradien des Moleküls M sind $R = p^2 : \varepsilon$ und $R_1 = p_1^2 : \varepsilon_1$, die des Moleküls M' im Punkte P sind

$$S = a^2 : \zeta = a_1^2 : \zeta_1 , \quad S_1 = b^2 : \zeta = b_1^2 : \zeta_1$$

daher nach den obigen Proportionen

$$S = \frac{a^2 p}{\varepsilon NF'} = \frac{a^2 R}{pNF'} = \frac{a_1^2 R_1}{p_1 N_1 F_1'}$$

ebenso:

$$S_1 = \frac{b^2 R}{pNF'} = \frac{b_1^2 R_1}{p_1 N_1 F_1'} .$$

Ferner ist

$$d\phi = \begin{vmatrix} p + \dfrac{a^2\cos^2\alpha + b^2\sin^2\alpha}{NF'} , & \dfrac{(a^2 - b^2)\sin\alpha\cos\alpha}{NF'} \\ \dfrac{(a_1^2 - b_1^2)\sin\alpha\cos\alpha}{N_1F_1'} , & p_1 + \dfrac{a_1^2\sin^2\alpha + b_1^2\cos^2\alpha}{N_1F_1'} \end{vmatrix}$$

$$= \frac{pp_1}{RR_1} \begin{vmatrix} R + (S\cos^2\alpha + S_1\sin^2\alpha) , & (S - S_1)\sin\alpha\cos\alpha \\ (S - S_1)\sin\alpha\cos\alpha , & R_1 + (S\sin^2\alpha + S_1\cos^2\alpha) \end{vmatrix}$$

$$= \frac{pp_1}{RR_1}\,(RR_1 + RS\sin^2\alpha + RS_1\cos^2\alpha + R_1S\cos^2\alpha + R_1S_1\sin^2\alpha + SS_1) .$$

Da für alle möglichen Werthe von α die Wechselwirkung der Moleküle, folglich auch der ganze Geschwindigkeitsaustausch derselbe bleibt, so können wir diesen Ausdruck bezüglich α von Null bis 2π integriren und durch 2π dividiren, was liefert

$$\frac{pp_1}{RR_1}\,\Omega = \frac{pp_1}{RR_1}\left(\frac{(R+S)(R_1+S_1)+(R+S_1)(R_1+S)}{2}\right).$$

$\frac{p}{R}\cdot\frac{p_1}{R_1}$ ist nichts anderes als der körperliche Winkel, den die zu den verschiedenen Punkten des Rechteckes DEE_1K an das Molekül M gezogenen Normalen erfüllen. Bestimmen wir daher, wie früher, durch die beiden Polarwinkel ϑ und ϕ die relative Lage der genannten Normalen gegen die drei Hauptträgheitsaxen des Moleküls M, so wird $\frac{p}{R}\cdot\frac{p_1}{R_1} = \sin\vartheta d\vartheta d\phi$, daher

$$dv = (\lambda+\mu)\tau \sin\vartheta\, d\vartheta\, d\phi\, \Omega\,.$$

Alle Moleküle M', deren Schwerpunkte in einem gleich grossen Volumelemente liegen, stossen während der Zeit τ mit dem Molekül M so zusammen, dass ϑ und ϕ zwischen ϑ und $\vartheta + d\vartheta$ und ϕ und $\phi + d\phi$ liegen. In diesem Volumelemente liegen $dN_3 dv$ Moleküle M', für welche die Variablen zwischen den durch die Differentiale bestimmten Grenzen liegen, wobei dN_3 dieselbe Bedeutung wie früher hat. Da diese Grenzen durchaus unendlich eng und unabhängig von $d\vartheta$ und $d\phi$ sind, so können wir annehmen, dass sie alle parallele Lage haben. Multipliciren wir den Ausdruck $dN_3 dv$ noch mit dN_5, was ebenfalls dieselbe Bedeutung wie früher hat, und dividiren durch τ, so erhalten wir einen Ausdruck, welcher ebenfalls vollkommen zusammenfällt mit dem früher mit dN_6 bezeichneten Ausdrucke und welcher auch dieselbe Bedeutung hat; nur tritt an Stelle von δ^2 die mit Ω bezeichnete Grösse. λ, u, v, w haben ganz die gleiche Bedeutung, ebenso die ω; in den späteren Formeln für $\mu = \sigma + \sigma'$ haben p, q, r die Richtungscosinus der Ebene, welche den Schwerpunkt und die Stosslinie (gemeinsame Normale der Moleküle im Momente des Zusammenstosses) enthält bezüglich der bewegten Axen und c die Entfernung des Schwerpunktes von der Stosslinie zu bedeuten. Bei derart veränderter Bedeutung der Buchstaben p, q, r, P, Q, R und c gelten auch die Formeln Tait's für die Verwandlung von progressiver in Rotations-Bewegung ohne weitere Modifikation und daher auch die hier gefundenen Schlussformeln, in denen natürlich noch Ω für δ^2 zu setzen ist. Die Integrationen nach den Winkeln können natürlich nur durchgeführt werden, wenn die Gestalt der Moleküle gegeben ist. Dagegen können die Integrationen nach den u, v, w und ω gerade

wie früher durchgeführt werden, da Ω nur die Winkel enthält. Es ergiebt sich somit auch für das Gleichgewicht zwischen der progressiven und rotirenden Bewegung dieselbe Bedingung wie früher. Für die Anzahl der Zusammenstösse, welche ein Molekül in der Zeiteinheit erfährt, folgt der Werth

$$\frac{Z}{N} = \frac{N\delta^2}{4\sqrt{2h\pi^3}}\iint \frac{\Omega ds\, ds'}{RR_1\, SS_1}\sqrt{1+\frac{hc^2}{2}\left(\frac{p^2+p'^2}{A}+\frac{q^2+q'^2}{B}+\frac{r^2+r'^2}{C}\right)},$$

ds bez. ds' sind Oberflächenelemente des 1. bez. 2. Moleküls.

§. 3. Bei derartigen Aufgaben, deren Hauptzweck die Veranschaulichung allgemeiner Theoreme ist, habe ich öfter eine allseitigere Übersicht dadurch erzielt, dass ich auch das analoge Problem der Bewegung in einer Ebene behandelte. Ich will auch hier die entsprechenden Formeln, welche auf die Bewegung in der Ebene Bezug haben, kurz skizziren. Es sollen sich zunächst Kreise, jeder mit der Masse Eins begabt, in der Ebene bewegen. Die Distanz des Schwerpunktes S jedes Kreises vom Mittelpunkte O sei c; das Trägheitsmoment eines Kreises bezüglich einer senkrecht zu seiner Ebene durch den Schwerpunkt gelegten Axe sei A. Wir denken uns mit einem dieser kreisförmigen Moleküle M einen concentrischen Kreis K vom doppelten Radius δ fest verbunden und ziehen den Radius OO' dieses Kreises, welcher mit OS den Winkel ε bildet. Das Molekül, dessen Mittelpunkt sich in O' befindet, stösst mit M so zusammen, dass OO' die Centrilinie ist. Lassen wir ε um $d\varepsilon$ wachsen und bezeichnen mit $\delta d\varepsilon$ den Bogen des Kreises K, welcher dem Centriwinkel $d\varepsilon$ gegenüber liegt. Von allen Molekülen, welche mit M zusammenstossen, heben wir jene (M') hervor, für welche die Geschwindigkeits-Componente des Schwerpunkts in der Richtung $O'O$ zwischen u' und $u'+du'$, in einer darauf senkrechten Richtung zwischen v' und $v'+dv'$ liegt, für welche ferner die von O' nach dem Schwerpunkte S' gezogene Gerade einen Winkel mit $O'O$ bildet, der zwischen ε' und $\varepsilon'+d\varepsilon'$ liegt, und für welche die Winkelgeschwindigkeit um S' zwischen ω' und $\omega'+d\omega'$ liegt. Denjenigen Sinn der Winkelgeschwindigkeit wollen wir als positiv nehmen, der $O'O$ auf kürzestem Wege in $O'S'$ überführt. Sind u und v die Geschwindigkeits-Componenten des Schwerpunkts von M in der Richtung OO' und senkrecht darauf, ω die Winkelgeschwindigkeit um den Schwerpunkt, so durchstreicht der Bogen $\delta d\varepsilon$ in seiner relativen Bewegung gegen die Centra der hervorgehobenen Moleküle M' in der Zeit τ ein Flächenelement vom Flächeninhalte

$$df = \tau(\lambda+\mu)\,\delta d\varepsilon,$$

wobei:

$$\lambda = u + u',$$
$$\mu = wc \sin\varepsilon + w'c \sin\varepsilon'$$

ist. Die Zahl der Moleküle, welche sich in df befinden und von der Beschaffenheit der hervorgehobenen Moleküle sind, ist

$$dN_1 = \frac{Nh\sqrt{k}}{2\pi^2\sqrt{\pi}} e^{-h(u'^2+v'^2)-kw'^2} du'dv'dw'd\varepsilon'df.$$

Multipliciren wir noch mit

$$dN_2 = \frac{Nh\sqrt{k}}{\pi\sqrt{\pi}} e^{-h(u^2+v^2)-kw^2} du\,dv\,dw$$

und dividiren durch τ, so erhalten wir das Differential dN_3, dessen Integral Z, durch N dividirt, die Zahl der Zusammenstösse giebt, die ein Molekül in der Zeiteinheit erfährt.

Für den Betrag, wie viel lebendige Kraft bei einem Zusammenstosse aus der Form der Rotationsbewegung in die progressiver übergeht, erhalten wir wie früher

$$T = \frac{2}{(2+c^2K)^2}(\lambda+\mu)(2\mu - c^2K\lambda),$$

wobei jetzt

$$K = \frac{\sin^2\varepsilon + \sin^2\varepsilon'}{A}$$

ist. Wir können die Integrationen wie früher durchführen, indem wir

$$x = wc\sin\varepsilon$$

und

$$x' = w'c\sin\varepsilon'$$

für w und w' einführen und zuerst nach diesen Variabeln bei constantem ε und ε' integriren. Der Ausdruck dN_3 verwandelt sich dann, nachdem er noch bezüglich v und v' von $-\infty$ bis $+\infty$ integrirt wurde, in

$$dN_4 = \frac{N^2hk\delta}{2\pi^3c^2} e^{-h(u^2+u'^2)-px^2-p'x'^2} \frac{u+u'+x+x'}{\sin\varepsilon\sin\varepsilon'} du\,du'\,dx\,dx'\,d\varepsilon\,d\varepsilon',$$

wobei

$$p = \frac{k}{c^2\sin^2\varepsilon}, \quad p' = \frac{k}{c^2\sin^2\varepsilon'}.$$

Führt man statt u und u' die Veränderlichen u und $\lambda = u + u'$ ein, ebenso statt der x die Veränderlichen x und $\mu = x + x'$, so folgt nach der Ausführung der Integrationen bezüglich x und u

$$dN_5 = \frac{N^2\delta k\sqrt{2h}}{4\pi^2c^2\sqrt{p+p'}} e^{-\frac{h\lambda^2}{2}-\frac{pp'}{p+p'}\mu^2} \cdot \frac{\lambda+\mu}{\sin\varepsilon\sin\varepsilon'} d\lambda\,d\mu\,d\varepsilon\,d\varepsilon'.$$

Nach den oben für i, i_1, i_2 und i_3 gefundenen Formeln lässt sich sowohl in $\int TdN_5$ als auch in $\int dN_5$ die Integration nach λ und μ

durchführen. Das erstere Integral verschwindet genau wie bei den entsprechenden Problemen der Bewegung im Raum für jedes ε und ε', sobald $hA = k$, also die lebendige Kraft der Rotations-Bewegung gleich der halben lebendigen Kraft der gesammten progressiven Bewegung ist, was mit meinen allgemeinen Theoremen vollkommen übereinstimmt.

Ferner folgt:

$$Z = \int dN_5 = \frac{N^2 \delta}{2\pi\sqrt{2\pi h}} \int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} d\varepsilon\, d\varepsilon' \sqrt{1 + \frac{c^2 h}{2k}(\sin^2\varepsilon + \sin^2\varepsilon')}.$$

Die beiden ersten Glieder der Entwickelung nach Potenzen von c^2 liefern für $\frac{Z}{N}$, also für die Zahl der Zusammenstösse eines Moleküls in der Zeiteinheit,

$$N^2 \delta \sqrt{\frac{2\pi}{h}} \left(1 + \frac{c^2 h}{4k}\right).$$

Haben die Moleküle nicht die Gestalt von Kreisen, so folgt hier schon aus dem Umstande, dass für die Häufigkeit der Zusammenstösse ausser der Lage und Bewegung des Schwerpunktes und der Drehung um denselben nur die Gestalt in der unmittelbaren Nähe des Berührungspunktes maassgebend sein kann, dass an die Stelle von δ die Summe der Krümmungsradien R und R' beider Moleküle am Berührungspunkte treten muss. An Stelle von $c \sin\varepsilon$ und $c \sin\varepsilon'$ treten die Abstände g und g' des Schwerpunkts von der am Berührungspunkte gezogenen Normalen, während ε und ε' die Winkel zwischen diesen Normalen und einer beliebigen mit dem Molekül fix verbundenen Richtung bedeuten, so dass also

$$d\varepsilon = \frac{ds}{R}, \quad d\varepsilon' = \frac{ds}{R},$$

wenn ds und ds' die Elemente des Umfangs der Moleküle sind. Die Bedingung des Gleichgewichts der lebendigen Kraft ist dieselbe, wie bei kreisförmigen Molekülen. Die Zahl der Zusammenstösse eines Moleküls in der Zeiteinheit ist

$$\frac{N^2}{2\pi\sqrt{2\pi h}} \iint ds\, ds' \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R}\right) \sqrt{1 + \frac{h}{2k}(g^2 + g'^2)}.$$

Von einigem mathematischen Interesse dürfte die Behandlung rechteckig oder parallelopipedisch gedachter Moleküle sein.

Prooemien zu Chrysobullen von Demetrius Cydones.

Von K. E. Zachariae von Lingenthal.

(Vorgelegt am 13. December [s. oben S. 1331].)

Im oströmischen Reiche wurden die allgemeinen kaiserlichen Erlasse, insbesondere in späterer Zeit die Chrysobullen, regelmässig mit mehr oder minder feierlichen Worten eingeleitet. Bekannt sind die sogenannten Prooemien der Justinianischen Novellen: ähnliche Einleitungen bieten die Novellen und Chrysobullen der späteren Kaiser. Sie gehen bald von allgemeinen Betrachtungen aus, bald von der Veranlassung, welche zum Erlass der nachfolgenden Verfügung geführt hat. Auf die Eleganz dieser Einleitungen ist sichtlich stets ein bedeutendes Gewicht gelegt worden. Deren Abfassung finden wir gebildeten und stylgewandten hohen Beamten übertragen. Und hinwiederum wurden die von denselben gefertigten Prooemien unter Weglassung des dispositiven Theils der Erlasse als stylistische Muster und Meisterstücke in Abschriften verbreitet.

So enthält der griechische Codex Nr. 356 der Universitätsbibliothek zu Heidelberg, eine Handschrift des XIV. Jahrhunderts, eine Reihe von 20 Prooemien, welche aus älteren Chrysobullen unter Weglassung aller Namen abgeschrieben sind, und zwar unter folgenden Überschriften:

1. Πρὸς μοναχὸν δωρεαστικόν.
2. Πρὸς μοναχοὺς καθολικῶς.
3. Πρός τινα ἐλεήμονα.
4. Περὶ ἀνακαινίσεως χρυσοβούλλων· ἢ καὶ ἑτέρου τινός.
5. Ἐπὶ δωρεᾷ βραβηθείσῃ τισὶν ἔπειτα καὶ ἑτέροις ἱερωμένοις.
6. Ἐπὶ δωρεᾷ πρός τινα ἐξ εὐπόρου ἀπόρου ἢ πρὸς μονήν.
7. Πρός τινα ἐξ ἔθνους πιστεύσαντα.
8. Εἰς τυφλωθέντα ὕστερον δὲ ἐλεηθέντα.
9. Εἰς τὸν ναὸν ἁγίων πάντων.

Ἕτερα προοίμια καθολικά.

10. Καθολικὸν ἐπὶ πάσῃ βασιλικῇ δωρεᾷ.
11. Ὅμοιον.

12. Ὅμοιον.
13. Ὅμοιον.
14. Ἕτερον.
15. Ὅμοιον.
16. Καθολικὸν εἰς τὴν ὑπεραγίαν θεοτόκον.
17. Καθολικὸν ἐπὶ δωρεᾷ πρός τινα τῶν προσγενῶν ἢ ἄλλως οἰκείων τῷ βασιλεῖ.
18. Καθολικὴ δωρεὰ πρός τινα τῶν λογίων συγκλητικῶν.
19. Καθολικὸν πρὸς στρατιώτην ἀνδρεῖον.
20. Καθολικὸν πρὸς ἀρχιερέα.

Es ist ferner erhalten ein Προοίμιον χρυσοβούλλου von **Theodorus Metochites** (über welchen zu vergleichen ist Labbé hinter **Glycae** Annal. ed. Paris p. 380 und Σάθα μεσαιωνικὴ βιβλιοθήκη I p. ιθ' sqq.) — neuerdings herausgegeben von Σάθα a. a. O. p. 193. — Das Chrysobull war ein kaiserlicher Gnadenerlass an den nachherigen Kaiser Cantacuzenus, der im Prooemium als γαμβρὸς τῆς βασιλείας μέγας δομέστικος κῦρ ἰωάννης καντακουζηνὸς ὁ παλαιολόγος verherrlicht wird. (Beiläufig gesagt, scheint das ντ in dem Namen Καντακουζηνὸς seiner Zeit als *d* oder *t* gesprochen worden zu sein: die Goldbulle von 1348 — JGR. III p. 705 — ist unterzeichnet: Κατακουζηνός, und die Lateiner schreiben Catacosinos oder Catacusinus — ebenda p. 706. 710 — oder Catagozino — Urkunden der Rep. Venedig von Tafel und Thomas I p. 470. 494).

Erwähnt wird auch noch ein Προοίμιον χρυσοβούλλου, welches in dem Cod. Vatican. 1086 fol. 216 unter den Schriften von **Nicephorus Gregoras** vorkommen soll. Vergl. Niceph. Greg. Histor. ed. Ven. in der voranstehenden Vita Nicephori.

Endlich finden sich in einer Handschrift des Prof. Rhallis zu Athen drei »Προοίμια χρυσοβούλλων«, wozu bemerkt wird, dass dieselben »παρεξεβλήθησαν ἐξ ἀνεκδότου χειρογράφου βιβλίου δημητρίου τοῦ κυδώνη«. Von diesen sollen hier die zwei letzten herausgegeben werden, da sie nicht blos stylistische Muster, sondern auch von historischem Interesse sind.

Zuvor aber sei bemerkt, dass Demetrius Cydones jünger ist als Theodorus Metochites. Der Kaiser Joannes Cantacuzenus erwähnt ihn als Gelehrten, Staatsmann und Hagestolzen: »σοφίας μὲν εἰς ἄκρον τῆς ἔξωθεν ἐπειλημμένον, οὐχ ἧττον δὲ καὶ ἔργοις φιλοσοφοῦντα καὶ τὸν σώφρονα βίον καὶ τῶν ἐκ τοῦ γάμου κακῶν ἀπηλλαγμένον ᾑρημένον«. Er war Freund und steter Begleiter dieses Kaisers, und war angeblich bereit, demselben in's Kloster zu folgen. Er ist indessen, wie wir zumal aus unseren Prooemien ersehen, in weltlichen Functionen verblieben, auch nachdem sich Cantacuzenus zurückgezogen und die Regierung seinem Mitkaiser Joannes Palaeologus überlassen hatte.

Von den erwähnten drei Prooemien des Demetrius Cydones hat das erste in der Handschrift die besondere Rubrik: Εἰς χρυσόβουλλον τῆς ἐν τῇ Διδυμοτείχῳ σεβαστῆς μονῆς τοῦ παντοκράτορος. In Didymotichus, oder, wie auch geschrieben wird, Didymotichum, hatte bekanntlich Anna von Savoyen, die Gemahlin des Kaisers Andronicus des Jüngeren, am 18. Juni 1332 den nachherigen Kaiser Joannes Palaeologus geboren. Dass die Königin von Frankreich im Jahre 1331 von der Kaiserin eine Anzeige von deren Niederkunft mit einem Prinzen erhalten habe (vergl. den Recueil de plusieurs chartes hinter der Histoire de Constantinople ed. Paris. p. 86), ist doch wohl von der Titularkaiserin Catharina von Valois zu verstehen, an die Kaiserin Anna kann dabei nicht gedacht werden. Didymotichus war dem Joannes Palaeologus von seinem Mitkaiser Joannes Cantacuzenus zugewiesen worden; im Jahre 1353 begab sich Joannes Palaeologus mit Frau und Kind nach Didymotichus. Damals scheint der Archimandrit Gabriel, »καθηγούμενος τῆς ἐν τῇ θεοσώστῳ πόλει Διδυμοτείχῳ σεβασμίας μονῆς τῆς βασιλείας μου τῆς εἰς ὄνομα τιμωμένης τοῦ κυρίου καὶ θεοῦ καὶ σωτῆρος ἡμῶν Ἰησοῦ Χριστοῦ τοῦ παντοκράτορος« in nähere Beziehungen zu dem Kaiser Joannes Palaeologus getreten zu sein: er wird besonders wegen seiner Verachtung alles Irdischen in dem Prooemium gefeiert. Οὗτος, so heisst es, ἰδίαν μὲν αὐτῷ χάριν οὐκ ἠβουλήθη γενέσθαι .... εἰς δὲ τὸ μοναστήριον αὐτοῦ τὴν εἰς αὐτὸν χάριν ἠξίωσε καταθέσθαι καὶ χρυσόβουλλον ἐξητήσατο χορηγηθῆναι τῷ τοιούτῳ αὐτοῦ μοναστηρίῳ ἐπὶ πάσαις ταῖς προσούσαις αὐτῷ διὰ παλαιγενῶν τε καὶ νεωστὶ γεγονότων δικαιωμάτων κτηματικαῖς ὑποστάσεσι περιελθούσαις αὐτῷ. Hiermit schliesst das Prooemium des erbetenen Chrysobulls, welches im Übrigen wahrscheinlich in der üblichen Form solcher Besitzbestätigungen ausgestellt worden ist. Das Chrysobull muss nach dem Gesagten ausgefertigt worden sein, nachdem Joannes Cantacuzenus sich veranlasst gesehen hatte zurückzutreten und dem Joannes Palaeologus die Alleinherrschaft zu überlassen, d. i. nach 1355.

Das zweite Prooemium beginnt ohne Überschrift. Ich will dasselbe demnächst unter I abdrucken lassen, zuvor aber noch zum Verständniss einige Bemerkungen voranschicken.

Durch das Chrysobull, für welches das Prooemium bestimmt war, wurde eine Stiftung der Kaiserin Anna zu Gunsten der Johanniter durch ihren Sohn, den Kaiser Joannes Palaeologus, bestätigt. Denn die Johanniter sind doch wohl unter den θεραπευταὶ τοῦ βαπτιστοῦ zu verstehen, insofern sie nicht als in einem Kloster lebend, sondern als ἐν ταῖς πόλεσι verkehrend beschrieben werden. Vielleicht haben die Ritter günstig gestimmt werden sollen, um dem bedrängten Kaiser zu Hülfe zu kommen, oder es ist die kaiserliche Stiftung zu Gunsten

eines römisch-katholischen Ordens nur ein Glied in der Reihe der Concessionen, welche die byzantinischen Kaiser seit den Zeiten der fränkischen Herrschaft aus nothgedrungener Toleranz an die abendländische Kirche gemacht haben, oder der besondere Grund zu der Stiftung hat für die Kaiserin Anna in einem Festhalten an oder einer Hinneigung zu der römischen Kirche gelegen: für Letzteres spricht, dass sie, wie Ducange schreibt, »*testamento suo cavit, ut corpus suum* »*in aedem sacram S. Francisco Assissiensem* (doch wohl in Galata — s. Ducange Const. Christ. ed. Paris p. 128) *transferretur et in ea huma*»*retur, pro qua toto vitae suae decursu singularem cultum ac devotionem* »*testata fuerat institutis ad eam variis peregrinationibus*«. Jedenfalls ist bemerkenswerth, wie in dem Prooemium der Verlauf der Wirksamkeit der Kaiserin Anna geschildert wird. Man versteht nun erst recht, wie dieselbe, nachdem sie 1347 dem Joannes Cantacuzenus hat weichen müssen, nur noch einmal 1353 als Friedensstifterin zwischen Cantacuzenus und ihrem Sohne erscheint, im Übrigen aber so sehr in den Hintergrund tritt, dass selbst von ihrem Tode nirgends Nachricht gegeben wird. Eben darum kann über die Zeit, in welche das mit diesem Prooemium versehene Chrysobull zu setzen ist, nur so viel gesagt werden, dass es erst nach Beginn der Alleinherrschaft des Joannes Palaeologus, d. i. nach 1355, erlassen sein kann.

Das dritte Prooemium, welches ebenfalls ohne alle Überschrift anhebt, lasse ich unter II folgen. Nach einer weitläufigen Auseinandersetzung, weshalb der Kaiser Joannes Palaeologus zu entschuldigen sei, wenn er den nachgeborenen Sohn Manuel durch eine besondere Gnadenbezeugung dem erstgeborenen Andronicus gegenüber auszeichne, wird zu überschwänglichen Lobeserhebungen des Ersteren übergegangen. Alsdann wird der Verdienste gedacht, die er sich bei Gelegenheit der Reisen seines Vaters nach Ungarn und nach Italien erworben hat. Es hat damit folgende Bewandtniss. Alsbald nachdem Cantacuzenus zurückgetreten war und dem Kaiser Joannes Palaeologus die Alleinregierung hatte überlassen müssen, erschien in Constantinopel Paulus, lateinischer Erzbischof von Smyrna und später lateinischer Patriarch von Constantinopel, Namens des Papstes Innocenz VI und suchte den Kaiser für den Anschluss an die römische Kirche zu gewinnen. Die Verhandlungen führten im December 1355 zu einem Abkommen, dessen griechischen und lateinischen Text Theiner und Miklosich in den Monumenta spectantia ad unionem Vindol. 1872, p. 29 herausgegeben haben. (Der lateinische Text steht schon in des Raynaldus Annalen.) In diesem Abkommen unterwarf sich der Kaiser dem Papste, versprach sein Volk nach Möglichkeit zur Obedienz des römischen Stuhls zurückzuführen und als Bürgen für die Erfüllung

dieses Versprechens seinen Sohn Manuel dem Papste zuzuschicken, wogegen der Papst ansehnliche Hülfsleistungen übernahm: auch verhiess der Kaiser seinem Erstgeborenen einen Lateiner als Lehrer zu geben, und gab dem Papste eine der väterlichen gleiche Gewalt über diesen Sohn. Zum Schlusse werden noch über die eventuelle Rückkehr des Manuel und des Kaisers möglichen Besuch beim Papste Verabredungen getroffen. Diese Abmachungen kamen jedoch nicht zur Ausführung, da die päpstliche Hülfe ausblieb. Im Jahre 1366 — wohl in Veranlassung der mit dem nachfolgenden Papste Urban V seit 1364 angeknüpften Verhandlungen — reiste der Kaiser mit seinem Sohne Manuel zum ῥὴξ οὐγγρίας, um denselben zu bewegen an dem Kampfe gegen die Ungläubigen Theil zu nehmen. Von dieser Reise des Kaisers Joannes Palaeologus wissen die byzantinischen Geschichtsschreiber nichts. Dagegen berichtet Raynaldus in seinen Annalen beim Jahre 1366: *Contulit se Palaeologus Budam ad Ludovicum regem Ungariae, spopondítque sacramento se una cum filiis ecclesiae catholicae aggregatum iri omnibusque apostolicis imperiis pariturum, si Graecorum imperium adversus Turcarum saevitiam defendendum susciperet. Quibus egregiis promissis pius princeps delinitus .... ad retundendos Turcarum impetus ac vicissim Palaeologus ad fidem catholicam amplectendam se obstrinxere, atque oratores misere ad Urbanum, ut haec apostolica auctoritate confirmaret promoveretque. De quibus certior ab iis factus pontifex Palaeologum vehementer hortatus est .... ac fidei orthodoxae formulam quam esset professurus ipsi misit.* Und weiterhin heisst es: *Non penetravit in Graeciam Ludovicus rex ut sumta erant consilia, cum Urbanus prius Graecos in Romanae ecclesiae obsequium adducendos censeret.* Man sieht, wie Joannes Palaeologus in Folge des mit dem Papste Innocenz VI getroffenen Abkommens, an welchem auch Urban V festgehalten zu haben scheint, seinen Sohn Manuel, der kaum dem Knabenalter entwachsen war, in Folge des Abkommens mit dem Papste nach der ungarischen Hauptstadt mitgenommen und dort als Geissel zurückgelassen hat. (Des Manuel Geburt kann auf keinen Fall vor 1350 erfolgt sein, denn die Heirath des Vaters hatte im Mai 1347 stattgefunden, und vor ihm waren dem Vater Andronicus und Irene geboren: Manuel war also zur Zeit der ungarischen Reise 14—16 Jahre alt. Nach des Raynaldus Bericht soll übrigens der Papst Urban V zweier Söhne des Kaisers Joannes Palaeologus, mit Namen Michael und Manuel, gedenken: auch von Panaeretus ed. Fallmerayer p. 35 wird im Jahre 1374 ὁ τοῦ βασιλέως τῶν ῥωμαίων κὺρ ἰωάννου τοῦ παλαιολόγου υἱὸς ὁ κὺρ μιχαήλ erwähnt. Allein es scheint dies ebenso auf Verwechselungen zu beruhen, wie die bei Laonicus Chalcocondylas und Georgius Phrantzes

vorkommende Erwähnung eines Sohnes des Kaisers Namens Demetrius.)

Die Unterwerfung unter den Papst und die römische Kirche liess sich indessen nicht so schnell bewerkstelligen, als der Papst verlangte und der Kaiser in Aussicht gestellt haben mochte, weshalb vorläufig (zum Theil auf die an König Ludwig gerichtete Abmahnung des Papstes) die ungarische Reise erfolglos blieb und Manuel zum Vater zurückkehrte. Demnächst aber verhandelte der Kaiser mit dem ökumenischen Patriarchen über die einzugehende Union. Der Patriarch verstand sich dazu, eine allgemeine Synode deshalb auszuschreiben: ein an den Erzbischof von Bulgarien gerichtetes Einladungsschreiben vom Jahre 1367 ist erhalten (*Acta patriarchatus* I p. 491) und zeigt, wie wenig der Patriarch in der Sache nachzugeben geneigt war. Mag nun diese Synode gar nicht zu Stande gekommen sein oder sich ablehnend verhalten haben, es glaubte der Kaiser in seiner Bedrängniss von einer Beitrittserklärung der griechischen Geistlichkeit absehen zu sollen und reiste nach Italien, um Hülfe vom Papste zu erbitten. Bevor er von dem damals in Italien weilenden Papste empfangen wurde, musste er zu Handen der delegirten Cardinäle sich zum Glauben der römischen Kirche bekennen und den Primat des Papstes anerkennen: von der im October 1369 darüber aufgenommenen Verhandlung findet sich der lateinische Text bei Raynaldus, der lateinische und der griechische bei Theiner et Miklosich p. 37. Im Januar 1370 hat dann der Kaiser diese Unterwerfung nochmals durch eine lateinisch abgefasste, aber von ihm durch seine griechische Unterschrift vollzogene Goldbulle bestätigt. (Theiner et Miklosich p. 43).

Dies Alles führte indessen nicht zu der erbetenen Hülfe. Laonicus Chalcocondylas (ed. Paris. p. 25), der dieses (mit allerlei Missverständnissen) berichtet, fährt fort zu erzählen, wie der Kaiser auf dem Rückwege nach Venedig gekommen sei, dort aber von Gläubigern, von denen er Geld aufgenommen hatte, zur Erzwingung der Rückzahlung festgehalten worden sei. »Zahlungsunfähig wie er war, sandte »er Botschaft nach Byzanz an seinen ältesten Sohn Andronicus, welchen »er als Reichsverweser zurückgelassen hatte, dass er aus kirchlichen »oder staatlichen Mitteln Gelder beschaffen und schicken sollte, um »ihn auszulösen und nicht länger in Arrest zu lassen. Andronicus »aber behandelte diesen Befehl geringschätzig, weil er sich als Reichs»verweser gefiel und dem Vater gram war: er liess daher antworten, »dass die Griechen eine Benutzung der kirchlichen Schätze nicht zu»liessen und dass er sonst Gelder nicht auftreiben könne: der Kaiser »möge daher auf andere Weise für sich und die Zahlung der Schuld »besorgt sein. Manuel aber, der jüngere Sohn des Kaisers, der den

»Reichstheil Thessalonich verwaltete, brachte, nachdem er erfahren, »in welche bedrängte Lage der Vater in Venedig gerathen sei, soviel »Geld als ihm möglich war zusammen, bestieg schleunigst ein Schiff »und gelangte so nach Venedig, wo er dem Vater das mitgebrachte »Geld und der Bestimmung des Vaters sich selbst übergab. Von da »an ist Manuel dem Vater besonders lieb gewesen, Andronicus da»gegen feind.« Zu der kirchlicherseits erfolgten Verweigerung von Subsidien scheint in einer gewissen Beziehung zu stehen ein Synodalbeschluss vom Jahre 1369 oder 1370 in den Acta pariarchatus I p. 513: zwar wird hier nur das Verbot der Veräusserung kirchlicher Grundstücke und heiliger Gefässe eingeschärft, und es scheint der Beschluss nicht einmal ausgefertigt worden zu sein, allein es ist wohl möglich, dass derselbe den Vorwand zur Ablehnung des kaiserlichen Ansinnens zu geben bestimmt war. Mit dem Bericht des Laonicus Chalcocondylas stimmt Georgius Phrantzes (I, 17) überein, und unser Prooemium bestätigt denselben im Wesentlichen. Im Einzelnen aber bleibt sehr Vieles dunkel. Ist unter den Kaufleuten, deren Engherzigkeit der Kaiser zu beklagen hatte, die Bank von Venedig zu verstehen? Handelte es sich blos um Darlehne zur Bestreitung der Reisekosten, oder vielleicht auch um ältere Schulden? Was bedeutet es, dass der Kaiser, als er abreiste, den Sohn Manuel als Bürgen zurückliess, nachdem *τὰ εἰωθότα ἐγίνετο* (der Ausdruck *τὰ εἰωθότα* pflegte die Solennitäten eines Rechtsgeschäfts zu bezeichnen)? Und wie ist zuletzt die Schuld berichtigt und Manuel befreit worden? Endlich wie ist mit diesen Vorgängen der Bericht des Paulus Maurocenus in der Hist. Ven. lib. XIII zu vereinigen, nach welchem der Kaiser auf der Rückreise in Venedig ehrenvoll aufgenommen und mit 25000 Ducaten versehen worden sein, auch der bei ihm befindliche Sohn ein ansehnliches Geschenk erhalten haben soll? (In dem venetianischen Liber pactorum steht nach Ausweis des Inhaltsverzeichnisses ein im Februar 1370 zu Constantinopel zwischen dem Kaiser und Venedig geschlossener Staatsvertrag. Möglich dass dieser Vertrag über die aufgeworfenen Fragen Auskunft giebt: einstweilen folgt aus der Notiz des Inhaltsverzeichnisses, dass der Kaiser bereits im Februar 1370 wieder nach Constantinopel zurückgekehrt war.)

Im weiteren Verlaufe des Prooemiums nimmt der Kaiser von dem persönlichen Einstehen des Sohnes für die Schulden des Vaters Veranlassung, dessen in Venedig bethätigten Edelmuth, und zwar um so mehr zu preisen, als damals die Pest daselbst furchtbar gewüthet habe. Zum Lohne will er ihm die selbständige Herrschaft über Macedonien und Thessalien nebst den durch sie gewährten Einkünften auf die Dauer seines Lebens verleihen. Manuel habe die Städte jenes

Gebietes bereits früher, als er sie Namens des Kaisers verwaltete, theils vom serbischen Joche befreit, theils sonst gekräftigt: er werde sie auch jetzt vor den Barbaren zu bewahren, und vor der Macht der neuerdings aus Asien nach Europa übersetzenden Ungläubigen zu schützen wissen.

So weit der Inhalt des Prooemiums. Die Goldbulle, zu welcher Letzteres die Einleitung gebildet hat, ist wohl bald nach der Rückkehr des Manuel aus Venedig erlassen worden: es ist nicht unwahrscheinlich, dass sie die unmittelbare Veranlassung zur Empörung des sich zurückgesetzt fühlenden erstgeborenen Andronicus gegen seinen Vater gewesen ist. Die Wirrnisse dieser Zeit auseinanderzusetzen (die Acta patriarchatus haben hier eine Lücke und geben dann nur einzelne Notizen, zumal über den 1381 zwischen Vater und Sohn geschlossenen Frieden) und zu berichten, wie Manuel in Thessalonich von den Türken bedrängt und zuletzt daraus verdrängt worden ist, ist eine den Rahmen der gegenwärtigen Bemerkungen überschreitende Aufgabe. Gegenstand und Zeit der drei Prooemien des Demetrius Cydones dürften durch dieselben hinreichend erklärt sein, so dass nunmehr der Text der zwei letzten für sich sprechen mag.

I.

Ἐν πᾶσι δεῖ τὸν βασιλέα χαρίζεσθαι καὶ πρὸς τὰς ἁπάντων δεήσεις ἕτοιμον εἶναι, ἴδιον κέρδος τὸ λυσιτελοῦν ἑκάστοις ποιούμενον· πόσῳ δικαιότερον ἐπ᾽ ἐκείνων τοῦτο τηρεῖν, οὓς ἡ μὲν τύχη μετὰ τῶν προσκυνουμένων ἔστησε, Θεὸς δὲ καὶ φύσις δέδωκε καὶ ἡμῖν ἐπιτάττειν· πάντως οὐκ ἀναμένειν δεῖ τὰς ἐκείνων δεήσεις, τῆς ἡμετέρας φιλοτιμίας τὴν ἐκείνων χρείαν αἴτιον ποιουμένους, ἀλλ᾽ εἴ του δέοιντο δεῖσθαι φράζειν, χάριν ἔχοντας αὐτοῖς καὶ τοῦ δεδεῆσθαι· καὶ μετὰ τοσαύτης ὀξύτητος τοῖς ᾐτημένοις τέλος ἐπιτιθέναι, ὥστε καὶ τοῦ σχήματος αὐτοῦ τὴν περὶ ἐκείνους σπουδὴν μείζω καὶ σεμνοτέραν ἡγεῖσθαι. τοῦθ᾽ ἡμῖν ἡ βασιλίς τε καὶ μήτηρ, ᾗ μᾶλλον τῷ σχήματι γεγένηται κόσμος, ἀλλ᾽ οὐ παρὰ τῆς βασιλείας αὕτη γέγονε σεμνοτέρα. Τί τοίνυν οὕτω μέγα, οὗ παρ᾽ ἡμῖν οὐκ ἂν αὕτη τύχοι, ᾗ καὶ τοῦ εἶναι καὶ τοῦ δύνασθαι τὰ τοιαῦτα χαρίζεσθαι μετὰ Θεὸν ἡμῖν αἰτία γεγενημένη· καὶ μὴν οὐχ ὅσα μόνον μητράσι, τοσαῦτα μόνον παρ᾽ ἡμῶν ὀφείλεται καὶ αὐτῇ· οὐ γὰρ τεκοῦσα μόνον ἔπειτ᾽ ἀπέστη, ἄλλοις παραδοῦσα τὰς ἡμετέρας φροντίδας· ἀλλ᾽ οἰχομένου τ᾽ ἀνδρός τε καὶ βασιλέως καὶ πολλῶν ἡμῖν πανταχόθεν ἐπαναστάντων, μητρός τε χήρας καὶ παιδὸς κομιδῇ νηπίου καταφρονούντων, αὕτη τὴν μὲν τοῦ ἀνδρὸς στέρησιν εἰς ἡμᾶς ἀφορῶσα παρεμυθεῖτο, πρὸς δὲ ἐκείνους ὑπὲρ ἡμῶν παραταττομένη

καὶ πάντα πόνον ὑπὲρ ἡμῶν ἡδέως ἀναιρουμένη, καὶ τί μὲν οὐ ποιοῦσα τί δὲ οὐ λέγουσα τῶν ἡμῖν συνοισόντων, τὸ σχῆμα καὶ τὴν βασιλείαν τοῖς ἰδίοις κινδύνοις ἡμῖν διεσώσατο, οὐ μόνον ἀντὶ πατρὸς καὶ μητρὸς ἡ αὐτὴ, ἀλλὰ καὶ στρατηγοῦ καταστᾶσα καὶ φύλακος καὶ σωτῆρος ἡμῖν. οἶμαι δὲ, εἰ καὶ μηδέν με τούτων ἐπὶ τὴν ταύτης θεραπείαν ἐφείλκετο, τό γουν τῆς ἀρετῆς μόνον πᾶσιν ἂν οἷς εἶχον ἠνάγκαζεν ὑπὲρ τῶν ταύτῃ δοκούντων κεχρῆσθαι. αὕτη γάρ ἐστιν, ἣν ὁ Παῦλος ὄντως εἴρηκε χήραν, ἣ ζῶσα καὶ μεμονωμένη ἤλπισεν ἐπὶ κύριον· τρυφῆς μὲν οὕτως ὑπεριδοῦσα, ὡς μηδὲ πρὸς τὴν ἀνάγκην σπένδεσθαι πρὸς τὸ σῶμα, ἱματίων δὲ πολυτέλειαν καὶ τὸν ἔξωθεν κόσμον τοῖς ἐπὶ σκηνῆς ἀποῤῥίψασα, Θεῷ δὲ μόνον ζῶσα, καὶ τούτῳ νύκτωρ τε καὶ μεθ' ἡμέραν κατὰ τὴν προφῆτιν καὶ ὁμώνυμον Ἄνναν λατρεύουσα· τοσοῦτον φωνῇ τε καὶ λόγοις χρωμένη, ὅσον πρὸς τοὺς θείους ὕμνους ἀρκεῖ· οὕτω πάντα μὲν αὐτῇ γέλως, πρὸς ἀρετὴν δὲ μόνον ὁρᾷ καὶ ταύτην ἔργον ἀνθρώπῳ προσῆκον ἡγεῖται· οὐκ ἐπὶ τῶν ἰδίων δὲ μόνον ταύτην τιμῶσα, εὐκαταφρόνητον ἐν τοῖς ἄλλοις ἡγεῖται τὸ χρῆμα μικρῶν τινων ἀξίους ἡγουμένη τοὺς ὁμοτέχνους, ἀλλὰ παντὸς μᾶλλον αὕτη τὸ τοῦ προφήτου δικαίως ἂν εἴποι »ἐμοὶ δὲ λίαν ἐτιμήθησαν οἱ φίλοι σου ὁ Θεός«, τοσαύτην τὴν αἰδῶ καὶ τὴν θεραπείαν αὐτοῖς ἀπονέμει. καὶ δηλοῖ τὸ περὶ τοὺς τοῦ Βαπτιστοῦ θεραπευτὰς μεγαλόψυχον. εἰδυῖα γὰρ τούτους πρὸς τὸν ἐκείνου βίον ἐπειγομένους κἂν ταῖς πόλεσι τῆς ἐρημικῆς ἐκείνου ζωῆς οὐκ ἀπολειφθῆναι φιλονεικοῦντας, ἵνα μὴ ταῖς τοῦ σώματος ἀνάγκαις ἐπιστρέφοιντο πρὸς τὸ σῶμα, προσθήκῃ προσόδων τὴν ἔνδειαν τούτοις παραμυθησαμένη, πρὸς τὸ τῆς ἀρετῆς ὕψος ἀφῆκε φέρεσθαι κούφους.

II.

Ὅσοις ὁ Θεὸς ἄρχειν ἑτέρων καὶ βασιλεύειν παρέσχετο, οὐ τὴν ἀνθρωπείαν φύσιν ἀνελὼν καὶ τοῦ τὰ αὐτῆς πράττειν ἐκείνην κωλύσας τοῦτ' ἐχαρίσατο, ἀλλὰ ταύτην μὲν εἴασε μένειν τοὺς ἰδίους ὅρους τηροῦσαν, προσέθηκε δὲ τὴν ἀρχὴν, κοσμοῦσαν μὲν τὴν φύσιν, οὐδαμοῦ δὲ τοῖς ἐκείνης νόμοις ἐμποδὼν γινομένην, μᾶλλον μὲν οὖν ἀλλήλαις ἀκωλύτως αὐτὰς συνοικίσας ἀντὶ συμμάχων ἠθέλησεν ἀλλήλαις καθίστασθαι καὶ δι' ἀλλήλας εὐδοκιμεῖν ἑκατέρας τοῖς ἔχουσι συνεισφερούσης τὴν παρ' ἑαυτῆς τελειότητα. οὐ γὰρ τὰ θεῖα δῶρα πολεμεῖν ἀλλήλοις ἐχρῆν, οὐδὲ τἀγαθὰ πρὸς ἑαυτὰ διῃρῆσθαι καὶ φθορὰν εἶναι τοῖς προτέροις τὰ δεύτερα, ὡς οὐκ ἐνὸν ἄμφω σώζεσθαι· τηρεῖται μέντοι παρὰ τῶν ἐπιγινομένων τὰ πρεσβεῖα τῇ φύσει ὡς ἂν μητρί τε τῶν πάντων καὶ ἑστίᾳ κοινῇ, καὶ ταύτην οὐδὲ ἐκείνη κἂν ὅτι μάλιστα φιλονεικῇ διὰ τέλους ἀμείβει, ἀλλ' ἕστηκεν αὕτη δὴ μόνη τοῖς ὅλοις ἀήττητος, μένουσα μὲν αὐτὴ, μένειν δὲ καὶ τοῖς ἄλλοις διδοῦσα τῇ παρ' ἑαυτῆς βεβαιότητι. πῶς οὖν οὐ καὶ παρὰ τοῖς βασιλεῦσιν ἡ ἀρχὴ καὶ ἡ φύσις τὰ αὐτῶν ἐπιδείξονται, καὶ φιλήσουσι μὲν τοὺς υἱεῖς, τῆς φύσεως αὐτοὺς ἐπὶ τοῦτ' ἀναγκαίως ἀγούσης, ἀμείψον-

ται δὲ τοὺς ἀρίστους, τῆς ἀρχῆς τοῦτο νομοθετούσης, ἀμφοτέρων δὲ τοῖς αὐτοῖς μεταδώσουσιν, ὅταν συμβαίνῃ τοὺς αὐτοὺς ἀγαθούς τε εἶναι καὶ παῖδας. οὔτε γὰρ ἡ βασιλεία τὴν φύσιν βιασαμένη ἀνθ᾿ ὧν εἶχεν ἑτέρους αὐτῇ τίθησι νόμους, οὔτ᾿ ἐκείνη τοῦ τὴν ἀρετὴν τιμᾶν εἴργει τὴν βασιλείαν· ἀλλ᾿ ἔξεστιν ὅπερ ἔφην τὰ αὐτῆς ἑκάτερα περαίνειν καὶ δι᾿ ἀλλήλας εὐδαίμονα τὸν κεκτημένον ἐργάζεσθαι· οὐκουν τοῖς βασιλεῦσιν ὅτι βασιλεῖς τῶν οἰκείων ἀμελητέον, οὐδ᾿ ἀντὶ τῶν βαρβάρων οἷς προείλοντο πολεμεῖν ἐπὶ τὴν φύσιν τῇ τῆς βασιλείας δυνάμει χρηστέον, οὐδὲ διότι πάλιν πατέρες τοὺς ἀρετῇ διενεγκόντας τῶν παίδων τῶν προσηκόντων αὐτοῖς γερῶν ἀποστερητέον, οὐδὲ τὰς τινων ἀδίκους μέμψεις εὐλαβητέον, μὴ ταῖς εἰς αὐτοὺς τιμαῖς δόξωσι τὴν φύσιν πρὸ τῆς ἀρετῆς θεραπεύειν. ἀλλ᾿ ἡ μὲν φύσις τὰ ἐξ αὐτῆς ἐπιγινωσκέτω καὶ πρὸς ἐκεῖνα τετράφθω τῆς δυνατῆς ἀξιοῦσα προνοίας· τιμάτω δὲ τὴν ἀρετὴν καὶ ὁ βασιλεὺς καὶ τοῦτ᾿ οἰέσθω τοῖς τῆς βασιλείας νόμοις ὀφείλειν. κοινὸς γάρ τις προβέβληται τῶν κατορθούντων ἀγωνοθέτης κἂν ἀγέραστον παρέλθῃ τὴν ἀρετὴν ἄπεισι τοῖς πολεμίοις δόξας ἐπιτηδειότερος εἶναι. τοῦτο καὶ ἡμᾶς ἐπὶ τὴν παροῦσαν ἤγαγε πρᾶξιν, οὓς ὁ Θεὸς βεβούληται γονέας τε εἶναι καὶ βασιλέας. φιλεῖν τε γὰρ τοὺς οἰκείους ὁμολογοῦμεν, οἳ καὶ τοῖς ἀρχομένοις ἀντὶ πατέρων ὀφείλομεν εἶναι, τήν τε τιμὴν τῶν ἀρίστων ἀνδρῶν καὶ τὰ γέρα ὥσπερ τὶ χρέος παρὰ τοῦ σχήματος ἀπαιτούμεθα· κἀπειδὴ τὸν αὐτὸν ἡμῖν ὁ Θεὸς υἱόν τε καὶ ἄνδρα θαυμαστὸν ἐχαρίσατο, τοῦτον φιλοῦμεν μὲν ὡς πατέρες καὶ οὐκ ἂν ἀρνηθείημεν, αἰδούμεθα δὲ ὡς σπουδαῖον καὶ τοῖς οὖσιν αὐτῷ καλοῖς παρ᾿ ἡμῖν γενέσθαι τε βουλόμεθα γέρας· οὐκ ἀξιοῦντες τὰς ἀδίκους ὑπολογίζεσθαι κρίσεις, ὅτι δή τινες μικροὶ μικρῶς τὰ μεγάλα σκοποῦντες, πάντας μᾶλλον ἢ τοὺς αὑτῶν οἴονται δεῖν τιμᾶν τοὺς πατέρας, κἂν βέλτιστοι τύχωσιν ὄντες, ὥσπερ ἀχθομένους ὅτι τοιούτους ἐφύτευσαν· εἰ μὲν γὰρ ἢ τὴν ἀρετὴν ἄτιμον ἥγηνται ἢ τοὺς ταύτην ἀσκοῦντας παρ᾿ ἄλλων μᾶλλον ἢ τῶν βασιλέων τὰς ἀμοιβὰς ἀξιοῦσιν ἐκδέχεσθαι, πῶς οὐ τετύφωνται, τιμὰς μὲν καὶ χάριτας εὐχόμενοι παρ᾿ ἡμῶν, ἀρετῆς δὲ ἄνευ τούτων ἐλπίζοντες τεύξεσθαι· οὐ γὰρ δὴ κακίας αὐτοῖς προθήσομεν ἆθλα. εἰ δ᾿, ὅπερ σωφρονούντων, στεφάνων ἀξίαν ἐροῦσι τὴν ἀρετήν, τί μᾶλλον ἂν ὁ δεῖνα ἢ ὁ δεῖνα τιμᾶται, ἕως ἂν ἐκείνη τῶν ἐγκωμίων τυγχάνῃ· οὐ γὰρ δὴ τὴν μὲν τῶν ἄλλων ἀρετὴν αἴρειν ἡμᾶς ἀξιώσουσι, τὴν δὲ τῶν οἰκείων ἐξεπίτηδες καθαιρεῖν· ὥσπερ ἀναγκαῖον ὄν, τὰς τῶν πατέρων εὐτυχίας συμφορὰν γίνεσθαι τοῖς υἱέσιν, ἢ τοὺς ἀλλοτρίους καὶ πορρωτάτω δέον ὑφ᾿ ἡμῶν πρὸ τῶν οἰκειοτάτων εὖ πάσχειν· ἀλλ᾿ οὕτω γε καὶ τοὺς πολεμίους στεφανώσομεν πρὸ τῶν ὑπηκόων, τοῦτο μόνον ἔχοντες ἰσχυρὸν, ὅτι ἀλλότριοι μὲν ἐκεῖνοι, οἰκεῖοι δὲ οὗτοι. τὰς μὲν οὖν ἀδίκους περὶ τούτων κρίσεις καὶ ἀχαρίστους παρίημι· ἐγὼ δὲ τὸν ἐμὸν υἱὸν καὶ διὰ τὴν φύσιν φιλῶ καὶ διὰ τὴν ἀρετὴν τιμῆς ἄξιον κρίνω, ἐπεὶ καὶ πανθ᾿ ὅσα τιμῆς ἄξια κέκριται κατ᾿ ἀνθρώπους, τούτων οὐδενὸς τὴν αὐτοῦ φύσιν εἴποι τὶς ἂν ἀμοιρεῖν. γένους τε γὰρ εἵνεκα εἰς τοὺς τῶν βασιλέων μεγίστους ἐπέκεινα καὶ τριγονίους ἀναφέρει τὸ γένος· δῆλον δὲ πᾶσιν, ὡς ἐν τούτῳ λέγομεν δῆλα· καίτοι πρὸς τὸ τιμᾶσθαι καὶ τοῦτο πολλάκις ἤρκεσε μόνον οἷς οὐδὲν ἦν πλέον τοῦ γένους· καὶ μὴν ἡ

φύσις τήν τε ψυχὴν τό τε σῶμα ἄξιον αὐτὸν ἀποδέδωκε τῶν προγόνων· ἐκεῖνο μὲν κεχαρισμένον τοῖς ὁρῶσι δεικνῦσα, ἀρετῇ δὲ καὶ φρονήσει καὶ παρ' ἡλικίαν ἐκείνην κοσμήσασα, ὥστε ὅτ' οὔπω μειράκιον ἦν τοῖς ὁρῶσι παρέχειν τὰ νῦν ὄντα μαντεύεσθαι. ἃ καὶ αὐτὸς προορώμενος, οὐ τὴν οἴκοι μόνον ἀρετὴν εἶναι χρηστὸν ἡνειχόμην, ἀλλὰ καὶ ταῖς ἔξωθεν ἀσκήσεσι βελτίω ποιεῖν ἀγαθὴν φύσιν ἠξίουν, ποτὲ μὲν τῶν ἐπὶ στρατίας ταλαιπωριῶν αὐτὸν ἀνέχεσθαι πείθων καίτοι τῆς ἡλικίας τοῦτο οὐ δεχομένης, ἄλλοτε δὲ τῶν ἐκ τῆς θαλάττης δυσχερῶν ἀναγκάζων μοι κοινωνεῖν καὶ μετ' ἐμοῦ τοὺς μακροὺς διανύειν ἀπόπλους· καὶ νῦν μὲν ἀξιῶν συμμετέχειν μοι τῶν ἐν τοῖς πολέμοις κινδύνων ὥσπερ εὐγενῆ σκύλακα τοῦ τῶν πολεμίων αἵματος γεύων· οἷς συμπλεκόμενος πολλὰ μὲν ἔλαβε, πλείω δὲ δέδωκε τραύματα, χειρός τε καὶ γνώμης ἀποδειξάμενος ἔργα· ἐφ' οἷς εἰ καὶ τῶν κάτω τὶς ἦν, δικαίως ἂν καὶ παρὰ τῶν ἐχθρῶν τῆς ἀνδραγαθίας ἐστεφανοῦτο· νῦν δὲ τὰς κατὰ τὴν εἰρήνην πράξεις ὑποδεικνὺς καὶ πείθων ὡς αὐτὸν διὰ πάντων εὐδοκιμήσειν, οὐκ ἐν πολέμοις μὲν δέοι χρήσιμον εἶναι ἐν εἰρήνῃ δὲ ἄχρηστον, ἀλλ' ἐν ταύτῃ καὶ μᾶλλον ὅσῳ καὶ τῆς εἰρήνης εἵνεκα τὸ πολεμεῖν τοῖς ἀνθρώποις ἐξεύρηται. ὅθεν καὶ πρέσβεσιν ἀποκρινομένῳ μοι συμπαρῆν καὶ χρηματίζοντος οὐκ ἀφίστατο καὶ γνώμης ἐκοινώνει περὶ τῶν ὅλων βουλευομένῳ· καὶ ὅλως οὐκ ἔστιν ἧς τῶν ἐμῶν πράξεων ἀπελείφθη· ὥστ' εἴ τις οὐ μᾶλλον ἐμὸν υἱὸν τοῦτον ἢ μαθητὴν εἶναι φαίη, σφόδρα ἂν τύχοι τοῦ ὄντος· καὶ μὴν καὶ αὐτὸς τῆς τε γενέσεως τῆς τε τροφῆς καὶ παιδείας οὐ μικροὺς τινας ἡμῖν ἀποδίδωσι τοὺς μισθούς· ἀλλὰ φιλεῖ μὲν διὰ τὴν φύσιν ὡς καὶ τῆς αὐτοῦ ψυχῆς ἡμᾶς προτιμᾶν· ὡς δὲ βασιλεῖ καὶ δεσπότῃ πᾶσαν λειτουργίαν εἰσφέρει· καὶ οὐκ ἔστιν ὃ προσέταξα μὲν ἐγώ, οὗτος δ' ἀναβολῇ καὶ ὁπωσοῦν δέδωκε τὸ προστεταγμένον, ἀλλ' ἐστὶν ἀεί τοῦ κελεύοντος ἑτοιμότερος· πάντα πόνον ἄνεσιν ὑπὲρ τῶν ἐμοὶ δοκούντων ἡγούμενος· ὥσθ' ὅτε πρὸς τὸν λαμπρὸν ῥῆγα τῆς Οὐγγρίας ἀπῄειν πείσων ἐκεῖνον κατὰ τῶν ἀσεβῶν ῥωμαίοις συμπολεμεῖν, ἐμαυτῷ προσήκειν ἀναδέξασθαι τὸν ὑπὲρ πάντων κίνδυνον ἡγησάμενος ὡς οὐκ ἐνὸν ἐκεῖνον δι' ἑτέρων πεισθῆναι, καὶ οὗτός μοι τότε πάντων τῶν δυσχερῶν ἐκοινώνει, τῶν ἐν τῇ θαλάσσῃ φημὶ τῶν κατ' ἤπειρον, ὅτε χειμῶσι μὲν ἐξαισίοις καὶ πάγοις τὰ τῶν ποταμῶν δι' ὧν ἀναπλεῖν ἐχρῆν ἵστατο ῥεύματα, θάλαττα δὲ μεσοῦντος χειμῶνος ἐμαίνετο, αἱ δὲ τῶν βαρβάρων παρ' οὓς ἀφίγμεθα γνῶμαι μᾶλλον αὐτῆς ἐταράττοντο· νόσους δὲ ἐπελθούσας ἐκ λύπης καὶ ἀθυμίας οἰκείων καὶ ξένων ἐπιβουλάς, καὶ τὰς καθ' ἕκαστον ἀπορίας τί τις ἂν λέγοι συγγραφῆς δεομένας; ἀλλ' οὗτός γε τούτοις ἅπασιν ἑαυτὸν ἀνετίθει· καὶ τὸ πονεῖν ὑπὲρ ἡμῶν ἥδιον αὐτῷ τοῦ τρυφᾶν οἴκοι τότε ἐδόκει· οὐ μὴν ἀλλὰ καὶ δεῆσαν ἐμὲ μὲν ἐκεῖθεν ἐξελθεῖν, τοῦτον καὶ μένειν, ὡς ἂν οὐκ ἄνευ ὁμήρων τοῦ ῥηγὸς τὴν ἔξοδον συγχωροῦντος. καὶ πάντων τότε τὴν πρόδηλον φυλαττομένων ἀπώλειαν εἰ δέοι μείναντα θηρίοις συνδιαιτᾶσθαι, οὗτος οὐκ ἄλλως ἐκστῆναι τῶν ὑπὲρ ἡμῶν κινδύνων ἠθέλησεν, ἀλλ' εἵλετο ταῖς τῶν βαρβάρων γνώμαις ὑποκεῖσθαι μόνος ἀπολειφθεὶς ὑπὲρ τοῦ μὴ τριβήν τινα καὶ χρόνον ταῖς ἐμαῖς πράξεσιν ἐμποιῆσαι. καὶ μεμένηκε μὲν κρείττων τῆς ἀγριότητος τῶν βαρβάρων, καὶ τοῖς τρόποις τὰς ἐκείνων ἐχειρώσατο γνώμας, ὡς καὶ

τὸν ῥῆγα μείζους αὐτῷ τιμὰς νέμειν καὶ τῶν υἱέων· ἀλλ᾽ οὖν ὅτε ὑπελιμπάνετο, δέους καὶ φρίκης ἦν πάντα μεστά· ἀλλ᾽ οὔτε Θεὸς οἷς ἐπίσταται λόγοις τῆς συνεχοῦς κακοπραγίας ῥωμαίους ἀνίησιν, οὐθ᾽ ἡμῖν ὁ λογισμὸς ἠρεμεῖ πάσας μὲν φροντίδας ἀνακινῶν, πάσας δὲ μηχανὰς ἐξευρίσκων, δι᾽ ὧν στήσεται μὲν τὸ φθεῖρον τὴν οἰκουμένην, ἐπανήξει δὲ ταῖς πόλεσιν ὧν ἀπεστέρηνται. πάλιν γὰρ ἡμεῖς αὐτοχειροτόνητοι πρέσβεις πρὸς τοὺς συμμαχεῖν δυναμένους καὶ παρὰ ῥωμαίους καὶ Ῥώμην ἀφίγμεθα, ῥωμαίων βασιλεῖ καὶ ῥωμαίοις ἀξιοῦντες βοήθειαν πέμπειν, αἰδεσθέντας μὲν τὴν κοινὴν πίστιν, δυσωπηθέντας δὲ τὴν κοινὴν ἐπωνυμίαν, καὶ γένος κοινόν ποτε καὶ πράξεις καὶ τύχας καὶ τ᾽ ἄλλ᾽ ὅσα πρὸς ἀλλήλους τοὺς ἀνθρώπους συνάγει. ἐκεῖνοι μὲν οὖν ὅ, τι ἀπεκρίναντο εἰδεῖεν ἂν οἱ τοῖς τότε πράγμασι παραγεγονότες, πλὴν ἡμᾶς ἔδει τὸ λοιπὸν διὰ τῶν ἐν Ἰταλίᾳ πόλεων πλανηθῆναι πλάνην τοῦ Ὀδυσσέως οὐδαμοῦ βραχυτέραν· ἣν καὶ ἄλλως μακροτάτην οὖσαν καὶ διὰ τοῦτο χαλεπωτάτην αἱ καθημέραν δυσκολίαι χαλεπωτέραν ἐποίουν· καὶ ταύτας πάλιν εἰργάζετο βαρυτέρας τὸ τὸν φίλτατόν μοι καὶ τῶν δυσχερῶν κοινωνὸν μὴ παρεῖναι τότε πρῶτον ἀπολειφθέντα. ἔδει γὰρ Θεσσαλονίκῃ καὶ Μακεδόσι μεῖναί τινα κυβερνήτην ὑπὸ τῶν βαρβάρων χειμαζομένοις· ἦν δ᾽ οὗτος ἐκεῖνος παραστάτης μὲν τοῦ πατρὸς καὶ ἃ τόθ᾽ ἡμῶν ἐδεῖτο τῶν ἐκεῖ πάντα ἀναπληρῶν· λιμὴν καὶ ἐκείνοις καὶ ἰατρός, τεῖχος, καὶ πάντα τὰ τῆς σωτηρίας προσρήματα· οὐκ ἀνεχόμενος δ᾽ ὥσπερ εἰώθει μὴ καὶ τῶν τῆς ἀποδημίας μοι κοινωνῆσαι πραγμάτων, μικρὸν ἡγησάμενος τῶν ἐν χεροῖν μόνον καὶ οἷς αὐτὸν ἐπεστήσαμεν φροντίζειν, καὶ ὅπως σωθήσεται καὶ πόῤῥωθεν βοηθεῖν τῷ πατρί, ἐγγὺς δὲ γενόμενος μὴ συνεῖναι καὶ συμπνεῖν καὶ συναγωνίζεσθαι, ἐκεῖνα μὲν ὧν ἐδέοντο πράξας ἐν ἀσφαλεῖ καταλείπει, πρὸς δὲ τὴν τοῦ πατρὸς ὄψιν ἠπείχθη πάντ᾽ ἐκείνης δεύτερα θέμενος. καὶ καταφρονεῖ μὲν κυμάτων καὶ θαλάττης ὕβρεως ἐν χειμῶνι· τέμνει δὲ Αἰγαῖον· ἀποκρύπτει[1] δὲ Πελοπόννησον· περιπλεῖ δὲ ἄκρας Ἀδρίου· παρατρέχει δὲ τὸ Ἰόνιον· ὑπερβάς τε τὰς ἁπάντων ἐλπίδας ἐν τοῖς ἐκείνου μυχοῖς ἡμᾶς εὗρεν ἐν Βενετίᾳ, πολὺν μὲν τὸν ἀπὸ τῆς ὥρας χειμῶνα, πλείω δὲ τὸν ἀπὸ τῶν πραγμάτων ὑφισταμένους. ἃ πάντα μόνον φανεὶς τότε μετέστησε· δοὺς μὲν δι᾽ ὧν ἤγγελλε περὶ τῶν οἴκοι θαῤῥεῖν, ἡδονῆς δὲ ἐμπλήσας πατρικοὺς ὀφθαλμούς, τῆς δ᾽ ὑπὲρ τῶν ὅλων μοι κοινωνήσας φροντίδος, καὶ ὅλως οὐδὲν παραλιπών, ὅθεν ἂν τὴν ἐμὴν κουφίσειε γνώμην· ὥσπερ δὲ τοῖς δυσχερεστάτοις ἀεὶ συγκεκληρωμένῳ, κἀκεῖ τὰ δυσκολώτατα τῶν πραγμάτων αὐτῷ κατελείπετο· πάλιν γὰρ ἐμὲ μὲν ἔδει προαπιέναι, λειφθῆναι δέ τινα ἀποπειρασόμενον μὲν τῶν ὑπολοίπων ἐλπίδων, ἐγγυητὴν δὲ καὶ τῆς ἐν μακρῷ χρόνῳ δαπάνης ἐσόμενον, ἣν ἡμῖν ηὔξησεν ἡ τῶν ἐμπόρων μικρολογία. ἀλλὰ καὶ τοῦθ᾽ ὁ βέλτιστος οὗτος ἐμὴν χάριν ὑπέστη. καὶ τὰ εἰωθότα ἐγίνετο· καὶ προσέταττον μὲν ἐγὼ σὺν ἡδονῇ καὶ ὑπήκουεν οὗτος· καὶ ὑπελείπετο ἐν τῇ Βενετίᾳ, πόῤῥω μὲν τῆς ἐμῆς ὄψεως πόῤῥω δὲ μητρὸς πόῤῥω δὲ ἀδελφῶν πόῤῥω δὲ φίλων καὶ πάντων ὅσα τέρψιν ποιεῖ βασιλέων υἱέσι·

[1] Er schleicht sich am Peloponnes vorbei, um nicht dem dort herrschenden Sohne des Cantacuzenus in die Hände zu fallen.

καὶ ταῦτ᾽ ἐτόλμα λοιμῷ μὲν καμνούσης τῆς πόλεως, τῶν καὶ ἔτι περιόντων μηδὲ πρὸς τὰς ταφὰς τοῖς καθημέραν οἰχομένοις ἀρκούντων, τῶν δ᾽ οἰκητόρων ὡς πολεμίαν τὴν πατρίδα φευγόντων, πάντων δὲ τῶν ἐκεῖ τοῖς ἐν ᾅδου παραπλησίων· ἀλλ᾽ ὅμως πάντα κατεφρονεῖτο ὅπου πατρὸς ἐντολὰς ἐχρῆν τηρηθῆναι. Τὸν οὖν οὕτω μὲν εὐγενῆ, οὕτω δὲ φρόνιμον, οὕτω δὲ ἀνδρεῖον, οὕτω δ᾽ ἡμᾶς οὐκ ἰδίᾳ μόνον θεραπεύσαντα, ἀλλὰ καὶ τοὺς ὑπὲρ τῶν κοινῶν ἡμῖν συνδιενεγκόντα κινδύνους, φίλον μὲν τοῖς τεκοῦσι, φίλον δὲ τοῖς ὁρῶσι, καὶ σωφροσύνῃ μὲν οἰκεῖον, ὕβρει δὲ καὶ ἀκολασίᾳ πολέμιον, καὶ παρὰ τοῖς ἐχθροῖς δ᾽ ἂν τῶν πλεονεκτημάτων εἵνεκα τιμηθέντα, τούτου τὴν ἀρετὴν αὐτὸς ἢ σιγήσω, ἢ λέγων οὐ καὶ στεφάνων φῶ μεγάλων ἀξίαν; καὶ τίς ἀνάσχοιτ᾽ ἂν ἡμῶν ἢ τῶν βασιλέων ἢ τῶν πατέρων οὕτως ἀρετήν τε καὶ φύσιν ὑφ᾽ ἡμῶν βλέπων ἀδικουμένας; ἀλλὰ τίς ποτ᾽ ἂν γένοιτο παρ᾽ ἀνθρώπων μισθὸς ἀντάξιος ἀρετῆς; ἀθανάτῳ γὰρ κτήματι χαλεπόν τι τῶν θνητῶν ἐξισῶσαι. τὸ μὲν οὖν ἄξιον αὐτῷ γέρας παρὰ Θεοῦ μετὰ τῶν ἀγαθῶν ἀνδρῶν ἐλπιζέτω, ἡμᾶς δ᾽ ἀνθρώπους ἀνθρώπων ὄντας πατέρας καὶ πολιτικοὺς ἄνδρας πολιτικῶν πραγμάτων προϊσταμένους ἀνάγκη συμβαινούσας τῇ δυνάμει καὶ τὰς δωρεὰς διανέμειν. καὶ δὴ τὸ μέγιστον ὧν ἔχομεν καὶ ὃ βούλοιτ᾽ ἂν οὗτος αὐτῷ παρ᾽ ἡμῖν πρὸ τῶν ἄλλων γενέσθαι, τοῦτο καθαρῶς αὐτῷ δίδομεν· εὐχόμενοι μὲν τῷ πάντων βασιλεῖ καὶ δεσπότῃ καὶ παρ᾽ οὗ τοῖς τεκοῦσιν ἡμῖν οὗτος δέδοται, τηρεῖν μὲν αὐτῷ τὴν ζωὴν μέχρι πλείστου, ἀρετῇ δὲ κοσμεῖν ἀεὶ τὸν βίον αὐτῷ, καὶ τοῦτον τοῖς ἐσομένοις προθεῖναι παράδειγμα, φιλοῦντες δὲ αὐτὸν καὶ νομίζοντες ἄνδρα τε εἶναι ἀγαθὸν καὶ χρήσιμον καὶ γονεῦσι καὶ πατρίδι καὶ φίλοις, καὶ τούτων μηδὲν μεῖζον δῶρον παρ᾽ ἡμῶν προσδοκάτω. ἐπεὶ δὲ καὶ τὰς ἔξωθεν εὐεργεσίας ἀνάγκη τὸν βασιλέα προστιθέναι τοῖς ἀριστεῦσιν, οὐδ᾽ ἐνταῦθα τὸν ἐμὸν υἱὸν ἄνευ τῶν δικαίων εὖ παθεῖν ἠβουλήθην· οὐ γὰρ τῶν ῥωμαίων γῆς ἀποτεμόμενος ὅσην βεβούλημαι, ταύτην ἠθέλησα τούτῳ κτῆμα γενέσθαι, οὐδ᾽ ὧν ἐπόνησαν ἕτεροι, τούτων αὐτῷ συνεχώρησα τῶν καρπῶν ἀπολαύειν· καίτοι καὶ τοῦτο τοῖς βασιλεῦσιν ἐν ἔθει, ὃ βούλονται τῆς αὐτῶν χώρας οἷς βούλονται τοῦτ᾽ ἀριστεῖον διδόναι· ἀλλ᾽ ἡμεῖς νῦν τῶν αὐτοῦ πόνων τοῦτον κύριον ἀποδείκνυμεν· τῶν γὰρ ἐν Μακεδονίᾳ καὶ Θετταλίᾳ πόλεων τὰς μὲν καὶ πολλοῖς πρότερον χρόνοις ἀφεστηκυίας τῆς ῥωμαίων ἡγεμονίας καὶ μέχρι πολλοῦ τοῖς γείτοσι βαρβάροις δεδουλευκυίας, τὰς δ᾽ ὅσον οὔπω ταυτὸν πείσεσθαι παρὰ πάντων προσδοκωμένας, τὰς μὲν οὗτος ἰδίοις πόνοις ἀπήλλαξε τοῦ τῶν Σέρβων ζυγοῦ οἷς ἐδούλευον πρότερον, τὰς δ᾽ ἔρρωσεν ἤδη λειποψυχούσας ὥσπερ τεῖχος αὐταῖς ἐλάσας ἃς πρότερον εἷλε, καὶ οὕτως ἀμφοτέραις βεβοήθηκε δι᾽ ἀλλήλων, ἐπαναγαγὼν τῇ βασιλείᾳ ῥωμαίων ὧν ἀπεστέρητο. ταύτας τοίνυν ὑποτετάχθαι τούτῳ διὰ βίου βουλόμεθα, αὐτῷ μὲν μικράν τινα τῶν πολλῶν πόνων παραμυθίαν, ἐκείναις δὲ ἀσφάλειαν τοῦτο μηχανησάμενοι· τοῦ γὰρ τῆς δουλείας αὐτὰς ἀπαλλάξαντος τίς ἂν εἴη δικαιότερος ταύτας καρποῦσθαι, ἐκεῖναι δὲ τίνι μᾶλλον πιστεύουσι τοῦ πολλάκις ὑπὲρ αὐτῶν κινδυνεύσαντος; ἀλλὰ καὶ τούτων τίς μᾶλλον ἐπιμελήσεται τοῦ καὶ πρὶν ἢ κτήσασθαι ταύτας τοσαῦθ᾽ ὑπὲρ αὐτῶν πεπολεμηκότος, καὶ μηδὲ τοῦ λοιποῦ τῶν ὅπλων ἀφεξομένου· τοῦτο γὰρ ἡ τῶν βαρ-

βάρων πλεονεξία καὶ τὸ περὶ πάντα τούτων φιλόνεικον ἡμᾶς μαντεύεσθαι πείθει. οὐ γὰρ πρὸς αὐτὸν πολλάκις παραταξάμενοι καὶ σφαλέντες ἀπέστησαν, ἀλλ' ἔτι τῆς εἰωθυίας σκαιότητος ἔχονται, ὥστ' ἐοικέναι τὰς πόλεις σώματι τοῦ μὲν τῆς τελευτῆς δέους ἀπηλλαγμένῳ, ἔτι δὲ ποικίλαις παλαίοντι νόσοις καὶ ᾧ πρὸς τὴν ὑγείαν πολλῶν μὲν ἰατρῶν δεῖ, πολλῶν δὲ φαρμάκων. καίτοι τί τοῦτ' εἶπον; ἐν μείζονι μὲν οὖν κινδύνῳ νῦν αἱ πόλεις ἢ πρότερον· αἱ μὲν γὰρ παρὰ τῶν Σέρβων βλάβαι, χαλεπαὶ μὲν καὶ αὗται ῥωμαίοις, πλὴν τὸ πλεῖστον εἰς δόξαν ἦν αὐταῖς ἡ ζημία τῷ μηδέποτ' ἐν ἔθει ῥωμαίοις τὴν δουλείαν γενέσθαι, καὶ τοῖς ῥωμαίοις στρατηγοῖς ὑπὲρ τῆς τοῦ γένους δόξης ἦσαν οἱ κίνδυνοι· ἡ δὲ νῦν ἀπὸ τῆς Ἀσίας ἐπὶ τὴν Εὐρώπην διαβᾶσα καὶ ταῖς πόλεσιν ἐπιφυεῖσα τῶν ἀσεβῶν δυναστεία, πᾶσι τοῖς οὖσι καλοῖς ἀθρόον λυμαίνεται· ψυχαῖς, ἐξόμνυσθαι τὸν ἀληθῆ Θεὸν ἀναγκάζουσα· σώμασι, σιδήρῳ καὶ πυρὶ καὶ πάσαις ἰδέαις ὕβρεων ἐπὶ ταῦτα χρωμένη· καὶ παρέλκον ἂν εἴη λέγειν ἐλευθερία καὶ χρήματα, ἃ τοῖς δουλεύουσι μέτεστιν οὐδαμῇ. τοῦτο νῦν τὸ κακὸν τὰς αὐτόθι πόλεις ἀναλίσκει τοῦ Θεοῦ συγχωροῦντος· ὥστε ἔξεστι τῷ μετ' ἐμπειρίας τὰ πράγματα σκοπουμένῳ, πόσοις ὁ νῦν στεφανούμενος ἑαυτὸν κινδύνοις ἐνδώσει· ὥστ' οὐκ ἀρχὴν λαβόντι, ἀλλ' ἀρχὴν κτησομένῳ μᾶλλον φαίη τις ἂν ἐοικέναι, καὶ τὸν στέφανον οὐ τέλους αὐτῷ τῶν ἀγώνων γενέσθαι, ἀλλ' ἑτέρων μᾶλλον καὶ τούτων μειζόνων ἀρχήν. Ἀκριβῶς τοίνυν πεπεισμένη ἡ βασιλεία μου τοῦτον δὴ τὸν οὐδενὸς ἀμελήσειν τῶν εἰς σωτηρίαν καὶ ἀσφάλειαν σὺν Θεῷ συντεινομένων —

Ausgegeben am 27. December 1888.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

VERZEICHNISS DER EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN.

ERSTES VIERTELJAHR.

(Die Schriften, bei denen kein Format angegeben ist, sind in Octav.)

Nova Acta Academiae Caesareae Leopold.-Carol. Germanicae Naturae Curiosorum. T. 49. 50. 51. Halle 1887. 4.

Katalog der Bibliothek der K. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Lief. 1. Halle 1887.

Leopoldina. Amtliches Organ der K. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Heft XXIII. N. 23. 24. Heft XXIV. N. 1—4. Halle 1887. 1888. 4.

Nachrichten von der K. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-Augusts-Universität zu Göttingen. N. 14—21. Göttingen 1887.

Wüstenfeld, F. *Die Mitarbeiter an den Göttingischen gelehrten Anzeigen in den Jahren 1801—1830.* Göttingen 1887.

Sitzungsberichte der philos., philol. und hist. Classe der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München. 1887. Bd. II. Heft III. — *der math. phys. Classe.* 1887. Heft III. München 1888.

Abhandlungen der math.-physischen Classe der K. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. N. V. VI. Leipzig 1887.

Berichte über die Verhandlungen der K. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Philol.-hist. Classe. 1887. IV. V. Leipzig 1888. — *Math.-physische Classe.* 1887. I. II. Leipzig 1888.

Sitzungs-Berichte der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. Jahrgang 1887. Berlin 1887.

Tageblatt der 60. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wiesbaden vom 18. bis 24. September 1887. Redigirt von Dr. Fresenius und Dr. Pfeiffer. Wiesbaden 1887. 4.

Den Mitgliedern und Theilnehmern der 60. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte. Dargebracht vom Gemeinderath der Stadt Wiesbaden. Wiesbaden 1887.

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. Bd. XXXIX. Heft 3. 1887. Berlin 1888.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuss. Staate. Bd. XXXVI. Heft 1 und Atlas. Bd. XXXVI. Tafel I—IV. Berlin 1888. 4. u. Fol.

Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Jahrg. XX. N. 18. Jahrg. XXI. N. 1—4 Berlin 1887. 1888.

Elektrotechnische Zeitschrift. Jahrg. VIII. 1887. Heft XII. Jahrg. IX. 1888. Heft I—VI. Berlin 1887. 1888.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. Bd. XVII. Jahrg. 1885. Heft 1. Berlin 1887.

Landwirthschaftliche Jahrbücher. Bd. XVI. (1887.) Suppl. II. III. XVII. (1888.) Heft I. Berlin 1887. 1888.

Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft. Bd. 41. Leipzig 1887.

Neues Lausitzisches Magazin. Bd. 63. Heft 2. Görlitz 1888.

Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande, Westfalens und des Reg. Bezirks Osnabrück. Jahrg. 44. 2. Hälfte. Bonn 1887.

Jahrbücher des Vereins von Alterthumsfreunden im Rheinlande. Heft LXXXIV. Bonn 1887.

Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein. Bd. VII. Heft 1. Kiel 1888.

Jahrbuch des K. sächs. meteorologischen Instituts 1886. Jahrg. IV. Lief. 1. Abth. 1. 2. Chemnitz 1887. 4.

Abhandlungen. Herausgegeben von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Bd. XV. Heft 1. Frankfurt a. M. 1887. 4.

Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg. Jahrg. 1887. Würzburg 1887.

Archiv des historischen Vereines von Unterfranken und Aschaffenburg. Bd. 30. Würzburg 1887.

Jahresbericht des historischen Vereines von Unterfranken und Aschaffenburg für 1886. Würzburg 1887.

Verhandlungen des historischen Vereines von Oberpfalz und Regensburg. Bd. 41. Stadtamhof 1887.

Württembergische Vierteljahreshefte für Landesgeschichte. Jahrg. X. Heft I. II. III. IV. 1887. Stuttgart 1887. 1888. 4.

Bulletin mensuel de la Société des sciences, agriculture et arts de la Basse-Alsace. T. XXI. 1887. Déc. T. XXII. 1888. Jan. févr. Strassburg 1887. 1888.

Jahrbuch des K. Deutschen Archaeologischen Instituts. Bd. II. 1887. Heft 4. Berlin 1888. 4.

Antike Denkmäler. Herausgeg. vom K. Deutschen Archaeol. Institut. Bd. I. Heft 2. 1887. Berlin 1888. Fol.

Mittheilungen des K. Deutschen Archaeologischen Instituts. Römische Abtheilung. Bd. II. Heft 4. Rom 1887. — *Athenische Abtheilung.* Bd. XII. Heft III. Athen 1887.

Bonner Sternkarten. 2. Serie. Atlas der Himmelszone zwischen — 1° und — 23° für den Anfang des Jahres 1855. Bearbeitet von E. Schönfeld. Lief. III. IV. Bonn 1887. Fol.

Mittheilungen der Zoologischen Station zu Neapel. Bd. 7. Heft 3. Berlin 1887.

Zoologischer Jahresbericht für 1885. Herausgegeben von der Zoologischen Station zu Neapel. Nachtrag zur I. Abth. Berlin 1887. 2 Ex.

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. LX. 4. Folge Bd. VI. Halle a. S. 1887.

Mittheilungen der Mathematischen Gesellschaft in Hamburg. N. 8. Hamburg 1888.

Hedwigia. Organ für Kryptogamenkunde. Bd. XXVII. 1888. Heft 2. Dresden 1888.

Tafel zur Ermittelung des Alkoholgehaltes von Spiritusmischungen. Ergänzungstafel für hochprocentige Spiritusmischungen. Berlin 1888.

Die Statistik des Militär-Ersatz-Geschäftes im Deutschen Reiche. Gesammelt und erläutert von Carl Michael, Herzog von Mecklenburg-Strelitz. Abhandlung zur Erlangung der Doctorwürde bei der Universität Strassburg i. E. Leipzig 1887.

Monumenta Germaniae historica. Scriptorum T. XXVIII. Hannoverae 1888. Fol.

Monumenta Germaniae historica. Epistolarum T. I. P. I. Gregorii I Registri L. I—IV. Ed. P. Ewald. Auctorum antiquissimorum T. VIII. Apollinaris Sidonii epist. et carmina. Rec. et emend. Chr. Luetjohann. Acced. Fausti aliorumque epistulae ad Ruricium aliosque et Ruricii epistulae. Rec. et emend. B. Krusch. Berolini 1887. 4.

Monumenta Germaniae historica. Necrologia Germaniae. T. I. Dioeceses Augustensis, Constantiensis, Curiensis ed F. L. Baumann. Berolini 1888. 4. Epistolae saeculi XIII e Regestis Pontificum Romanorum selectae per G. H. Pertz. Ed. C. Rodenberg. T. II. Berolini 1887. 4.

**Commentaria in Aristotelem Graeca.* Vol. VI. P. II. Asclepii in metaphysica commentaria ed M. Hayduck. Berolini 1888.

C. W. Borchardt's gesammelte Werke. Herausgegeben von G. Hettner. Berlin 1888. 4. 2 Ex.

Sigwart, Ch. *Die Impersonalien.* Eine logische Untersuchung. Freiburg i. Br. 1888.

v. Kölliker. *Über die Entwicklung der Nägel.* Würzburg 1888. Sep. Abdr.

Pertsch, W. *Bericht über die im Jahre 1887 den Herz. Sammlungen zugegangenen Geschenke.* Gotha 1888. 4.

Lissauer, A. *Die prähistorischen Denkmäler der Provinz Westpreussen und der angrenzenden Gebiete.* Leipzig 1887. 4.

Knuth, P. *Flora der Provinz Schleswig-Holstein, des Fürstenthums Lübeck, sowie des Gebietes der freien Städte Hamburg und Lübeck.* Abth. I. II. III. Leipzig 1887.

von Scherzer, K. *Moritz Wagner. Ein deutsches Forscherleben.* München 1888. Sep. Abdr.

Hanssen, C. J. *Das mechanische Aequivalent der Wärme.* München 1888. Sep. Abdr.

Ernst, A. *Abhandlung über ethnographische Stellung der Guajiro-Indianer.* Berlin 1887. Sep. Abdr.

Sasse, E. *Das Zahlengesetz in der Weltgeschichte.* s. l. 1887/88. Sep. Abdr. 4.

Wieland, M. *Die Stadt Würzburg im Bauernkriege von Martin Cronthal, Stadtschreiber zu Würzburg.* Würzburg 1887.

Grossmann, Fr. *Schlangenbad, Wildbad und Waldluft-Curort.* Wiesbaden 1887.

Pfeiffer, E. *Wiesbaden als Curort.* Wiesbaden 1887.

Lessing-Gymnasium zu Berlin. Sechster Jahresbericht. Ostern 1888, nebst einer wissenschaftlichen Beilage. Berlin 1888. 4. 3 Ex.

76 *Inaugural-Dissertationen zur Erlangung der Doctorwürde an der Universität Strassburg.* 1886. 1887.

Sitzungsberichte der math. naturwiss. Classe der K. Akademie der Wissenschaften in Wien. Jahrg. 1887. N. XXVI—XXVIII. 1887. Titel u. Register. Jahrg. 1888. N. I. II. III. IV. V. Wien 1887. 1888.

Abhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt. Bd. XI. Abth. II. Wien 1887. 4.

Jahrbuch der K. K. Geologischen Reichsanstalt. Jahrg. 1887. Bd. XXXVII. Heft 2. Wien 1888.

Verhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt. 1887. N. 9—16. Wien 1887.

Mittheilungen der K. K. Central-Commission zur Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale. Bd. XIII. Heft 3. 4. (Schluss). Wien 1887. 4.

Verhandlungen der K. K. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. Jahrg. 1887. Quartal III. IV. Wien 1887.

Mittheilungen der K. K. Geographischen Gesellschaft in Wien 1887. Bd. XXX. Wien 1887.

Mittheilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien. Bd. XV. Heft IV. Bd. XVII. Heft III. IV. Wien 1885. 1887. 4.

Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereines in Innsbruck. XVI. Jahrgang 1886/87. Innsbruck 1887.

Zeitschrift des Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg. 3. Folge. Heft 31. Innsbruck 1887.

Lotos. Jahrbuch für Naturwissenschaft. N. Folge. Bd. VIII. Prag 1888.

Baum, E. *Ein Combinations-Studium über die Entwickelungs-Geschichte der Erdkruste.* Wien 1887. Sep. Abdr. 2 Ex.

Ganser, A. *Alles reale Sein beginnt als Act eines intelligenten Wollens.* Graz 1888.

Geologische Mittheilungen. Bd. XVII. Heft 7—12. Pest 1887.

Publicationen der K. Ung. Geologischen Anstalt. Petrik, L. *Über ungarische Porcellanerden.* Budapest 1887.

Jahresbericht des Vereins für siebenbürgische Landeskunde für das Vereinsjahr 1886/87. Hermannstadt 1887.

Archiv des Vereins für siebenbürgische Landeskunde. N. Folge. Bd. 21. Heft 2. Hermannstadt 1887.

Rad Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti. Knjiga LXXXIII. Matemat. Prirodosl. Razred. VIII. 2. LXXXV. Razr. filol. hist. XVII. Knjiga LXXXVI. Razredi filolog. hist. XVIII. Zagrebu 1887.

Ljetopis Jugoslavenske Akademije znanosti i umjetnosti. Druga svezka (1877 — 1887). Zagrebu 1887.

Viestnik hrvatskoga arkeologičkoga Družtva. God. X. Br. I. Zagrebu 1888.

Die Kollektiv-Ausstellung ungarischer Kohlen auf der Wiener Weltausstellung 1873. Pest 1873.

Zsigmondy, W. *Mittheilungen über die Bohrthermen zu Harkany.* Pest 1873.

Gusbeth, E. *Zur Geschichte der Sanitäts-Verhältnisse in Kronstadt.* Kronstadt 1884.

Ungarische Revue. Herausgegeben von P. Hunfalvy und G. Heinrich. 1888. Jahrg. VIII. Heft 1—3. Budapest 1888.

Spisův poctěnij Jubilejní censu Kral. české spolecnosti nauk v praze. Cislo I. Fr. Vejdovskij, Zráni oplozeni a rijhování vajíčka. Praze 1887.

Proceedings of the Royal Society. Vol. XLIII. N. 259. 261—263. London 1887. 1888.

Proceedings of the Royal Institution of Great Britain. Vol. XII. P. I. N. 81. London 1887.

Royal Institution of Great Britain, 1887. List of Members etc. in 1886. London 1887.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. XLVIII. N. 2—4. 1888. London 1888.

Journal of the Royal Microscopical Society. 1887. P. 6. & Suppl. 6ª. Dec. 1888. P. I. London 1888.

Journal of the Chemical Society. Suppl. Number cont. Title-pages etc. 1887. Vol. LI. LII. London 1887 & N. CCCII. CCCIII. CCCIV. 1888.

Abstracts of the Proceedings of the Chemical Society. N. 45 — 50. Session 1887/88. London.

Proceedings of the London Mathematical Society. Vol. XIX. N. 305—310. London 1887.

Proceedings of the Royal Geographical Society and Monthly Record of Geography. Vol. X. N. 1. 2. 3. 1888. London.

The Quarterly Journal of the Geological Society. Vol. XLIII. P. 4. N. 172. London 1887. Vol. XLIV. P. 1. N. 173. London 1888.

List of the Geological Society of London November 1st 1887. London.

Catalogue of the Birds in the British Museum. Vol. XII. London 1888.

Catalogue of the fossil Mammalia in the British Museum. P. V. London 1887.

Proceedings of the Cambridge Philosophical Society. Vol. VI. P. III. (1887.) Cambridge 1888.

Proceedings of the Birmingham Philosophical Society. Vol. V. P. II. Session 1886—87. Birmingham.

Journal of the Royal Geological Society of Ireland. Vol. XVIII. P. II. 1886. 1887. London, Dublin 1887.

Journal of the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland. N. Ser. Vol. XX. P. I. London 1888.

Guide to the Shell- and Starfish Galleries, in the Department of Zoology of the British Museum (Natural History). London 1887.

Milton, J. L. *On the History, Nature, and Treatment of Syphilis.* London 1887.

Hooker, J. D. *The flora of British India.* P. XIV. London 1887.

Bibliotheca Indica. New Series, N. 623—637. Calcutta 1887.

Records of the geological Survey of India. Vol. XX. P. 4. 1887. Calcutta.

Cotes, E. C. and Swinhoe, C. *A Catalogue of the Moths of India.* Pt. II. Bombyces. Calcutta 1887.

Lokananda Patrica. N. 1. a monthly sanskrit-english Journal. Madras 1887.

Ramkrishna Gopal Bhandarkar. Report on the search for Sanskrit Manuscripts in the Bombay Residency during the year 1883—84. Bombay 1887.

Journal of the China Branch of the Royal Asiatic Society. Vol. XXII. N. 1. 2. 1887. Shanghai 1888.

Dawson, G. M. *Notes and Observations on the Kwakiool People of Vancouver Island.* Montreal 1888. 4. Sep. Abdr.

The Canadian Record of Science. Vol. III. N. 1. Montreal 1888.

Macoun, J. *Catalogue of Canadian Plants.* Vol. III. Apetalae. Montreal 1886.

Australian Museum. Bale Catalogue of the Australian Hydroid Zoophytes. Sydney 1884. Catalogue of the Library of the Australian Museum. Sydney 1883. Guide to the contents of the Australian Museum. Sydney 1883.

Catalogue of the Australian Birds in the Australian Museum at Sydney. P. I. Accipitres. Sydney 1876. Notes for Collectors: containing hints for the preservation of specimens of Natural History. By E. P. Ramsay. Sydney 1887.

Catalogue of a Collection of Fossils in the Australian Museum with introductory notes. 1883.

Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales, for 1866. Vol. XX. Sydney 1887.

1887. (Second session.) New South Wales. Annual Report of the Department of Mines, New South Wales, for the year 1886. Sydney 1887. Fol.

Department of Mines. Geological Survey of New South Wales. E. Davids. Geology of the vegetable creek Tin-Mining field, New England District, New South Wales. Sydney 1887. 4.

Ratte, F. *Descriptive Catalogue (with notes) of the General Collection of Minerals in the Australian Museum.* Sydney 1885.

Natural History of Victoria. Prodromus of the Zoology of Victoria. Decade. I—XV. Melbourne 1881—1887.

Report of the Trustees of the Public Library, Museums, and National Gallery of Victoria, for 1886. Melbourne.

The Gold-Fields of Victoria. Reports of the Mining Registrars for the Quarter ended 30th September 1887. Melbourne 1887. Fol.

Victoria. Mineral Statistics of Victoria for the year 1886. Melbourne 1887. Fol.

Victoria. Annual report of the Secretary for Mines and Water Supply. Melbourne 1887. Fol.

Reports on the Mining Industry of New Zealand. Wellington 1887. Fol.

Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences. T. CIV. 1. Sem. 1887. Tables. T. CV. 1887. Sem. 2. N. 25. 26. T. CVI. 1888. Sem. 1. N. 1—12. Paris 1887. 1888. 4.

Compte rendu de la Société de Géographie. 1887. Nr. 14—16. 1888. Nr. 1—5. Paris.

Bulletin de la Société de Géographie. Sér. VII. T. VIII. Trim. 4. 1887. Paris 1887.

Annales des Mines. Sér. VIII. Livr. 4 de 1887. Paris 1887.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Sér. III. T. XVIII. N. 51. 52. 1887. Sér. III. T. XIX. N. 1—12. 1888. Paris 1887. 1888.

Bulletin de la Société diplomatique de Paris. Sér. VII. T. XI. N. 4. 1886—1887. Paris 1887.

Bulletin de la Société mathématique de France. T. XV. N. 7. T. XVI. N. 1. Paris 1887. 1888.

Revue scientifique. T. 40. (Sér. 3. VIIe année. Sem. 2.) 1887. N. 26. T. 41. (Sér. 3. VIIIe année. Sem. 1.) 1888. N. 1—12. Paris. 4.

Polybiblion. Revue bibliographique universelle. Part. techn. Sér. II. T. XIII. Livr. 12. T. XIV. Livr. 1. 2. 3. Part. litt. Sér. II. T. XXVI. Livr. 6. T. XXVII. Livr. 1. 2. 3. Paris 1887. 1888.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents. Sér. VI. Année 7. Cah. 11. 12. 1887. Année 8. Cah. 1. 2. 1888. Paris.

Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Bordeaux. Année X. Sér. II. N. 24. Année XI. Sér. II. N. 1—6. Bordeaux 1887. 1888.

Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse. T. II. Année 1888. Fasc. 1. 4. Paris 1888.

Vivien de Saint-Martin. *Nouveau Dictionnaire de Géographie universelle.* Fasc. 40. Paris 1888. 4.

S. A. le Prince Albert de Monaco. *Résultats des Campagnes scientifiques accomplies sur son Yacht.* Vol. I. Hydrographie et Zoologie. Campagnes de l'Hirondelle 1884—1887. Monaco 1888. 4.

S. A. le Prince Albert de Monaco. *Campagne scientifique de »l'Hirondelle«.* Paris 1887. 4 Extr. 4° et 8°.

Chazarain et Décle. *Les courants de la polarité dans l'aimant et dans le corps humain.* Paris 1887.

Atti della Reale Accademia dei Lincei. Anno CCLXXXIV. 1887. Ser. IV. Rendiconti. Vol. III. Fasc. 6—11. Sem. 2. 1887. Roma 1887. 4.

Annuario della R. Accademia dei Lincei 1888. Roma 1888.

Atti dell'Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei. Anno XXXVIII. Sess. V—VII. 1885. Roma 1886. 4.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XXIII. Disp. 1—5. 1887—1888. Torino.

Atti della Società Toscana di Scienze naturali residente in Pisa. Processi verbali. Vol. VI. Pisa 1887—1889.

Atti della Società Veneto-Trentina di Scienze naturali residente in Padova. Vol. XI. Fasc. 1. Anno 1887. Padova 1888.

Giornale della Società di Letture e Conversazioni scientifiche di Genova. Anno X. 2e Sem. Fasc. VI—IX. XII. Genova 1887. 1888.

Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. T. V. Ser. 6. Disp. 2—9. 1886—1887. Venezia.

Memorie del R. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Vol. XXII. P. III. Venezia. 1887. 4.

Pubblicazioni del Reale Osservatorio di Brera in Milano. N. XXX. Milano 1887. 4.

R. Osservatorio astronomico di Brera in Milano. Pini, E. Osservazioni meteorologiche 1887. Milano. 4.

Boncompagni, B. *Bollettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.* T. XX. 1887. Aprile, Maggio, Giugno. Roma 1887. 4.

Paganelli, O. *La Cronologia rivendicata.* Milano 1887. Fol.

S. Ursini-Scuderi. *Il fattore personale delle specie umana.* Vol. I. II. Catania 1887.

Favaro, A. *Per la edizione nazionale delle opere di Galileo Galilei sotto gli auspicii di S. M. Il Re d'Italia.* Firenze 1888.

Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. T. XXXV. N. 4—9. St. Pétersbourg 1887. 4.

Abhandlungen der K. Gesellschaft der Freunde der Naturwissenschaften, der Anthropologie und Ethnographie bei der Universität Moscau. Vol. 46, fasc. 1. 2. 47. 1. 2. 48. 1. 49. 1. 2. 3. 50. 1. 52. 1. 2 *und Sitzungs-Protokolle zu den Abhandlungen.* Bd. L. 1. 2. Moscau 1885—1887. 4. (russ.)

Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. Année 1887. N. 4. Année 1888. N. 1. Moscou 1887. 1888.

Meteorologische Beobachtungen ausgeführt am Meteorologischen Observatorium der landwirthschaftlichen Akademie bei Moskau (Petrowsko-Razoumowskije). Das Jahr 1887. Hälfte 1. 2. (Beilage zum Bulletin des Naturalistes). Moskau 1887. 4.

Meteorologische Beobachtungen. Juni, Juli, December 1887. Dorpat 1887.

Acta horti Petropolitani. T. X. Fasc. 1. St. Petersburg 1887.

Observations de Poulkova. Publiées par O. Struve. Vol. XII. St. Pétersbourg 1887. 4.

Jahresbericht am 31. Mai 1887 dem Comité der Nicolai-Hauptsternwarte erstattet. Aus dem Russischen übersetzt. St. Petersburg 1887.

Wild, H. *Annalen des physikalischen Central-Observatoriums.* Jahrg. 1886. Th. II. St. Petersburg 1887. 4.

Wild, H. *Die Regen-Verhältnisse des Russischen Reiches.* V. Suppl. Band zum Repertorium für Meteorologie, mit einem Atlas. St. Petersburg 1887. 4 & Fol.

Beobachtungen der Russischen Polarstation an der Lenamündung. 1883—1884. Th. II. Lief. 2. St. Petersburg 1887. 4.

Universitäts-Nachrichten. Bd. XXVII. N. 10—12. 1887. Kiew 1887. (russ.)

Münster, A. E. *Fünfzigjähriges Dienstjubiläum des Akademikers Nicolai Iwanowitsch von Kokscharow, 6. Juni 1887, und kurze Biographie des Jubilars.* St. Petersburg 1887. (russ.)

Döllen, W. *Stern-Ephemeriden auf das Jahr 1888 zur Bestimmung von Zeit und Azimut mittels des tragbaren Durchgangsinstruments im Verticale des Polarsterns.* St. Petersburg 1887.

Weirauch, K. *Privatbeobachtungen der Regenstation Alswig im Jahre 1886.* Dorpat 1887. (Sep. Abdr.)

Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlinger. Årg. 44. 1887. N. 9. 10. Årg. 45. 1888. N. 1. Stockholm 1887. 1888.

Acta Universitatis Lundensis. T. XXIII. 1886—1887. 1—3. Lund 1887—1888. 4.

Antiquarisk Tidskrift för Sverige. Genom Hans Hildebrand. Deel X. Häft 3. 4. Stockholm 1887.

Acta mathematica. Herausgeg. von G. Mittag-Leffler. 11:1. Stockholm 1887. 4.

Annales de l'École Polytechnique de Delft. T. III. 1888. Livr. 4. Leide 1888. 4.

Archives du Musée Teyler. Sér. II., Vol. III., P. I. Haarlem 1887.

Fondation Teyler. Catalogue de la Bibliothèque dressé par C. Ekama. Livr. 5. 6. Harlem 1886.

Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indië. Volg. V. Deel III. Afl. 1. 's Gravenhage 1888.

Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië. Deel XLVI. Ser. VIII. Deel 7. 's Gravenhage 1887.

Schlegel, G. *Nederlandsch-Chineesch Woordenboek.* Deel II. Afl. III. Leiden 1887.

Jan Kops & van Eeden. *Flora Batava.* Afl. 279. 280. Leiden. 4.

Nederlandsch-indisch Plakaatboek, 1602—1811, door J. A. van der Chijs. Deel IV. 1709—1743. Batavia 1887.

Notulen van de Algemeene en Bestuurs-Vergaderingen van hat Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Deel XXV. 1887. Afl. III. Batavia 1887.

Bulletin de l'Académie Royale des Sciences de Belgique. Année 56. Sér. III. T. 14. N. 12. Année 57. Sér. III. T. 15. N. 1. Bruxelles 1887. 1888.

Annuaire de l'Académie Royale des Sciences de Belgique 1888. Année 54. Bruxelles 1888.

Mémoires de la Société des Sciences de Liège. Sér. II. T. XIV. Bruxelles 1888.

Folie, F. *Traité des réductions stellaires.* Fasc. I. Théorie. Bruxelles 1888.

Lameere, A. *Table générale des Annales de la Société entomologique de Belgique.* I—XXX. Bruxelles 1887.

Plateau, F. *Recherches expérimentales sur la vision chez les Arthropodes.* P. I. II. Bruxelles 1887.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève. T. XXIX. N. 13. Genève 1887. 4.

Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz. Paläont. Beilage zur 24. Lief., II. Theil, von Dr. K. Mayer-Eymar. Bern 1887. 4.

Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse. Livr. 22. I. Text und Atlas. Berne 1887. 4.

Wolf, R. *Astronomische Mittheilungen.* LXX. Zürich 1887.

Plantamour, Ph. *Des mouvements périodiques du Sol accusés par des niveaux à bulle d'air.* Genève. Extr.

Boletin de la Real Academia de la Historia. T. XI. Cuad. VI. Dic. 1887. T. XII. Cuad. I. Enero 1888. Madrid 1887. 1888.

Anales de Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Secc. 2. Observaciones meteorológicas. Año 1886. San Fernando 1887. Fol.

Communicações da Commissao dos Trabalhos geologicos de Portugal. T. I. Fasc. II. 1885—1887. Lisboa 1887.

F. Martins Sarmento. *Os Argonautas.* Porto 1887.

Bulletin de la Société des Médecins et Naturalistes de Jassy. Année I. N. 5—8. 1887. Jassy 1887. 4.

Etymologicum magnum Romaniae. B. Petriceicu-Hasdeu. Dictionarul limbei istorice si poporane a Romànilor. T. II. Fasc. 1. Bucuresci 1887.

Psaltirea in versuri intocmita de Doseftein Mitropolitul Moldovei 1671—1680. Publ. de Prof. J. Bianu. Bucuresci 1887.

Miron Costin. *Opere complete.* T. II. Bucuresci 1888.

Transactions of the New York Academy of Sciences. Vol. IV. 1884—1885. New York 1887.

Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences. Centennial Volume. Vol. XI. P. V. N. VI. Cambridge 1887. 4.

The Journal of the Cincinnati Society of Natural History. Vol. X. N. 4. Cincinnati 1888.

Proceedings of the Trustees of the Newberry Library, for six months, from Juli 1, 1887 to January 5, 1888. Chicago 1888.

Annual Report of the Geological Survey of Pennsylvania for 1886. P. I. II. Harrisburg 1887.

Observations made during the year 1883 at the U. S. Naval Observatory. Washington 1887. 4.

Report of the Commissioner of Education for the year 1885—86. Washington 1887.

Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College. Vol. XIII. P. II. Cambridge 1888. 4.

Forty-second annual Report of the Director of the Astronomical Obvervatory of Harvard College. Cambridge, Mass. 1887.

Proceedings of the American Philosophical Society held at Philadelphia. Vol. XXIV. N. 126. Philadelphia 1887.

Proceedings and Transactions of the Scientific Association. Meriden, Conn. 1885—1886. Vol. II. Meriden, Conn. 1887.

National Academy of Sciences. Vol. III. Memoir 15. 16. Philadelphia 1887. 4.

The American Journal of Philology. Vol. VIII. Baltimore 1887. 4.

Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol. XIII. N. 6. Cambridge 1887.

American Chemical Journal. Vol. 10. N. 1. Baltimore 1888.

American Journal of Mathematics. Vol. X. N. 2. Baltimore 1888.

The Journal of Comparative Medicine and Surgery. Vol. IX. 1888. N. 1. New York 1888.

The American Journal of Science. Vol. XXXV. N. 205. 206. 207. New Haven 1888.

The American Naturalist. Vol. XXII. N. 253. Philadelphia 1888.

Hinrichs, G. *Report of the Iowa Weather Service for the year 1886.* Des Moines 1887.

Hinrichs, G. *Fifth Biennial Report of the Central Station of the Iowa Weather Service.* Des Moines 1887. 6 Extr.

Day, D. T. *Mineral Resources of the United States.* Calendar Year 1886. Washington 1887.

Johns Hopkins University Studies. Ser. V. N. XI. XII. Baltimore 1887.

Johns Hopkins University Circulars. Vol. V. 44. 46. 48. Vol. VI. N. 58. 1887. Vol. VII. N. 61. 62. 63. Baltimore 1885. 1886. 1887. 1888. 4.

David, G. *The origin of life and species and their distributions.* Minneapolis 1887.

Winchell, N. H. *The Geological and Natural History Survey of Minnesota for the year 1884. 1885.* St. Paul 1885. 1886.

Holden, E. *List of recorded earthquakes in Californias. Lower California, Oregon, and Washington Territory.* Sacramento 1887.

Guthrie, O. *Memoirs of Dr.* Samuel Guthrie, *and the history of discovery of Chloroform.* Chicago 1887.

La Naturaleza. Ser. II. T. I. Cuad. N. 1. México 1887. 4.

Memorias de la Sociedad científica »Antonio Alzate«. T. I. Cuad. N. 5—7. Nov. Dic. 1887. México 1887. 1888.

Revista do Observatorio do Rio de Janeiro. Anno II. N. 11. 12. 1887. Anno III. N. I. 1888. Rio de Janeiro 1887. 1888.

Annuario publicado pelo Imperial Observatorio do Rio de Janeiro; para el anno de 1885, 1886, 1887. Rio de Janeiro 1884. 1885. 1886.

Resultados del Observatorio Nacional Argentino en Córdoba. Vol. IX. Observaciones del Año 1876. Buenos Aires 1887. 4.

Sacc. *Trabajos del Laboratorio Nacional de Quimica, en Cochabamba.* T. I. II. Cochabamba 1887.

Transactions of the Seismological Society of Japan. Vol. XI. 1887. Yokohama.

Monthly summaries and monthly means for the year 1886. Tokio, Japan 1887.

Imperial University of Japan. The Calendar for the year 1887—1888. Tokyō 1888.

ZWEITES VIERTELJAHR.

Leopoldina. Amtliches Organ der K. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Heft XXIV. N. 5—10. Halle a. S. 1888. 4.

Sitzungsberichte der philos., philol und historischen Classe der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München. 1888. Heft I. II. — *der math.-phys. Classe.* 1888. Heft 1. München 1888.

Abhandlungen der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Bd. 34. Göttingen 1887. 4.

Nachrichten von der K. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-Augusts-Universität zu Göttingen. 1888. N. 1—5. Göttingen 1888.

Abhandlungen der math.-physischen Classe der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Bd. XIV. N. VII. VIII. Leipzig 1888.

Abhandlungen der philol.-hist. Classe der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Bd. X. N. VIII. Leipzig 1888.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preussischen Staate. Bd. XXXV. 3. Statist. Lief. 1887. Bd. XXXVI. Heft 2. 1888. Berlin. 4.

Zeitschrift des K. Preuss. Statistischen Büreaus. Jahrg. XXVII. 1887. Heft III. IV. Berlin 1887. 4.

Preussische Statistik. XCIV. Berlin 1888. 4.

Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Jahrg. 20. N. 19. Jahrg. 21. N. 5—9. Berlin 1887. 1888.

Landwirthschaftliche Jahrbücher. Bd. XVII. Heft 2. 3. Berlin 1888.

Elektrotechnische Zeitschrift. Jahrg. IX. Heft VII—XII. 1888. Berlin 1888.

Berliner Astronomisches Jahrbuch für 1890 mit Ephemeriden der Planeten (1)—(265) für 1888. Berlin 1888.

Astronomische Nachrichten. Bd. 118. Kiel 1888. 4.

Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft. Jahrg. 22. Heft 4. Leipzig 1887.

Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. Folge. Bd. VII. Heft 1. Danzig 1888.

34—37. Jahresbericht der naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover für die Geschäftsjahre 1883—1887. Hannover 1888.

Neues Archiv der Gesellschaft für ältere deutsche Geschichtskunde. Bd. XIII. Heft 3. Hannover 1888.

Berichte über die Sitzungen der Gesellschaft für Botanik zu Hamburg. Heft 1. 2. 3. Hamburg 1886. 1887.

Bremisches Jahrbuch. Bd. XIV. Bremen 1888.

Abhandlungen, herausgegeben vom naturwissenschaftlichen Vereine zu Bremen. Bd. X. Heft 1. 2. Bremen 1888.

Abhandlungen. Herausgegeben von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Bd. XV. Heft 2. Frankfurt a. M. 1888. 4.

26. 27. und 28. Bericht über die Thätigkeit des Offenbacher Vereins für Naturkunde in den Vereinsjahren vom 7. Mai 1884 bis 11. Mai 1887. Offenbach a. M. 1888.

Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg. N. Folge. Bd. XXI. Würzburg 1888.

Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft. Bd. 42. Heft 1. Leipzig 1888.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und der Nordsee und die Fischerei. Jahrg. 1887. Heft I—III. Jan.—März. Berlin 1888. 4.

Mittheilungen aus dem Germanischen Nationalmuseum. Bd. II. Heft 1. Jahrg. 1887. Nürnberg.

Anzeiger des Germanischen Nationalmuseums. Bd. II. Heft 1. Jahrg. 1887. Nürnberg.

Katalog der im germanischen Museum befindlichen vorgeschichtlichen Denkmäler. (Rosenberg'sche Sammlung). Nürnberg 1887.

Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. Jahrg. 44. Stuttgart 1888.

Bulletin mensuel de la Société des Sciences, Agriculture et Arts de la Basse-Alsace. T. XXII. — 1888. Fasc. Mars. Avril. Mai. Strassburg 1888.

23. Jahresbericht über das Luisenstädtische Gymnasium in Berlin. Hierzu eine wissenschaftliche Beilage. Berlin 1888. 4. 3 Ex.

Sechster Jahresbericht des Lessing-Gymnasiums. Ostern 1888. Mit einer wissenschaftlichen Beilage. Berlin 1888. 4. 2 Ex.

I. Städtische Höhere Bürgerschule zu Berlin. III. Bericht über das Schuljahr 1887/88. Nebst einer wissenschaftlichen Abhandlung. Berlin 1888. 4. 3 Ex.

Erster Bericht über die II. Städtische Höhere Bürgerschule für die Zeit von Michaelis 1886 bis Ostern 1888. Nebst einer wissenschaftlichen Beilage. Berlin 1888. 4. 3 Ex.

Sophien-Real-Gymnasium. — Bericht über das Schuljahr 1887—1888. Mit einer wissenschaftlichen Beilage. Berlin 1888. 4. 3 Ex.

Königstädtisches Gymnasium in Berlin. — XI. Ostern 1888. Bericht über das Schuljahr Ostern 1887 bis Ostern 1888. Hierzu eine wissenschaftliche Beilage. Berlin 1888. 4.

Jahresbericht des Andreas-Realgymnasiums in Berlin über das Schuljahr 1887/1888. Nebst einer wissenschaftlichen Beilage. Berlin 1888. 4. 2 Ex.

**Corpus Inscriptionum Latinarum.* Vol. XII. Inscriptiones Galliae Narbonensis latinae ed. O. Hirschfeld. Berolini 1888. Fol.

Ephemeris epigraphica. Vol. VII. Fasc. 1. 2. Berolini 1888.

Monumenta Germaniae historica. Legum Sectio I. Legum nationum Germanicarum T. V. P. 1. Ed. K. Lehmann. Hannoverae 1888. 4.

Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel. Bd. 8. Heft 1. Berlin 1888.

Jahrbuch des K. Deutschen Archäologischen Instituts. Bd. III. 1888. — Heft 1. Berlin 1888. 4.

Mittheilungen des K. Deutschen Archäologischen Instituts. Athenische Abtheilung. Bd. XII. Heft 4. Bd. XIII. Heft 1. Athen 1887. 1888. — Römische Abtheilung. Bd. III. Heft 1. Rom 1888.

Kaiserurkunden in Abbildungen. Herausgegeben von H. von Sybel und Th. von Sickel. Lief. IX. Berlin 1888. gr. fol.

*v. Holst, H. *Verfassungsgeschichte der Vereinigten Staaten von Amerika seit der Administration Jackson's.* Bd. IV. Hälfte I. Berlin 1888.

*Taschenberg, O. *Bibliotheca zoologica.* II. Lief. 5. Leipzig 1888. 2 Ex.

vom Rath, G. *Vorträge und Mittheilungen.* Bonn 1888. Sep. Abdr.

Rein, J. *Gerhard vom Rath. Ein kurzes Lebensbild.* Bonn 1888. Sep. Abdr.

Meyer, G. *Rede bei der Gedächtniss-Feier für weiland S. Majestät den in Gott ruhenden Kaiser und König Wilhelm in der Aula der K. Technischen Hochschule zu Berlin am 22. März 1888.* Berlin 1888.

Meteorologische Beobachtungen der K. Sternwarte bei München im Jahre 1887. München. Sep. Abdr. 4.

Jahrbuch des K. Sächsischen meteorologischen Institutes. III. Abtheilung des Jahrgangs IV. 1886. Chemnitz 1888. 4.

Schreiber, P. *Zur Prüfung von Thermometern unter dem Eispunkte.* Berlin 1888. Sep. Abdr.

Lamprecht, G. *Der Wetterring.* Bautzen 1888. 1 Bl. 4.

Knuth, P. *Einige Bemerkungen meine Flora von Schleswig-Holstein betreffend.* Leipzig 1888.

Steiner, J. *Die Functionen des Centralnervensystems und ihre Phylogenese.* Abth. 2. Die Fische. Braunschweig 1888.

Groth, P. *Über die Molecularbeschaffenheit der Krystalle.* Festrede. München 1888. 4.

von Lühmann, O. *Sprache und Schrift.* Heft 2. 1888. Greifswald.

Sitzungsberichte der math.-naturwissensch. Classe der K. Akademie der Wissenschaften in Wien. Jahrg. 1888. N. VI—XIII. Wien.

Mittheilungen der Praehistorischen Commission der K. Akademie der Wissenschaften. N. 1. 1887. Wien 1888. 4.

Verhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt. Jahrg. 1887. N. 1—18. 1888. No. 5. 6. 7. 8. Wien 1887. 1888.

Jahrbücher der K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Jahrg. 1886. N. Folge. Bd. XXIII. (Bd. 31 der ganzen Reihe). Wien 1887. 4.

Mittheilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien. Bd. I. 1875. Bd. XVIII. Heft 1. Wien 1875. 1888. 4.

Ärztlicher Bericht des k. k. Allgemeinen Krankenhauses zu Wien vom Jahre 1886. Wien 1888.

Öffentliche Vorlesungen an der K. K. Universität zu Wien im Sommer-Semester 1888. Wien 1888.

Sechsundvierzigster Bericht über das Museum Francisco-Carolinum. Linz 1888.

Archivio Trentino. Anno VI. Fasc. II. Trento 1887.

Archiv des Vereines für siebenbürgische Landeskunde. N. Folge. Bd. XXI. Heft 3. Hermannstadt 1888.

Publicationen der K. Ung. Geologischen Anstalt. — Petrik, L. *Über die Verwendbarkeit der Rhyolithe für die Zwecke der keramischen Industrie.* Budapest 1888.

Jahresbericht der K. Ung. Geologischen Anstalt für 1886. Budapest 1888.

Mittheilungen aus dem Jahrbuche der K. Ung. Geologischen Anstalt. Bd. VIII. Heft 6. Budapest 1888.

Földtani Közlöny. (Geologische Mittheilungen). Kötet XVIII. Füzet 1—4. Budapest 1888.

K. Ungar. Geol. Anstalt. 1. Geologische Aufnahme der westlichen Umgebungen von Komorn und Neuhaeusel. 1888. 1 Bl. fol. 2. Umgebung von Pressburg. 1888. 1 Bl. fol. 3. Umgebungen von Hadad-Zsibó. 1888. 1 Bl. fol. 4. Umgebungen von Bánffy-Hunyad. 1887. 1 Bl. fol.

Verhandlungen des Vereins für Natur- und Heilkunde zu Pressburg. N. Folge. Heft 5. 6. Jahrg. 1881—1883. 1884—1886. Pressburg 1884. 1887.

Ungarische Revue. Herausgegeben von P. Hunfalvy und G. Heinrich. 1888. Heft 4. 5. 6. Budapest 1888.

Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. Bd. V. Juni 1886 bis Juni 1887. Budapest/Berlin.

Rozprawy i Sprawozdania z Posiedzen wydziału matemat. przyrodniczego Akademii Umiejętności. T. XV. XVI. Historyczno-filozoficznego. T. XIX. XX. Filologicznego. T. XII. Krakowié 1887.

Pamiętnik Akademii umiejętności w Krakowie. Wydziały: Filologiczny i historyczno-filozoficzny. T. VI. Wydział: Matematyczno-Przyrodniczy. T. XIII. Kraków 1887. 4.

Scriptores rerum Polonicarum. T. XI. Kraków 1887.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia. T. X. N. 34—37. Krakowie 1886. 1887. 4.

Sprawozdania Komisyi do Badania historyi Sztuki w Polsce. T. III. Zeszyt IV. Kraków 1887. 4.

Malinowski, L. *Modlitwy Wacława zabytek języka polskiego.* Z. W. XV. Krakowie 1887.

Zbiór Wiadomości do Antropologii Krajowej. T. XI. Krakowie 1887.

Rocznik zarządu Akademii umiejętności w Krakowie. Rok 1886. Krakowie 1887.

Pauli Crosnensis Rutheni atque Joannis Visliciensis Carmina. Edidit Dr. B. Kruczkiewicz. Cracoviae 1887.

Viestnik hrvatskoga arkeologičkoga Družtva. God X. Br. 2. Zagrebu.

Proceedings of the Royal Society. Vol. XLIII. N. 264. 265. 266. 267. London 1888.

Journal of the Chemical Society. N. CCCV. CCCVI. CCCVII. London 1888.

Abstracts of the Proceedings of the Chemical Society. No. 51—55. 1888-89. London.

Transactions of the Zoological Society of London. Vol. XII. P. 7. London 1888. 4.

Proceedings of the scientific meetings of the Zoological Society of London for the year 1887. P. IV. (Nov. and Dec.) London 1888.

Proceedings of the London Mathematical Society. Vol. XIX. N. 311—313. London 1888.

The Quarterly Journal of the Geological Society. Vol. XLIV. P. 2. N. 174. London 1888.

Proceedings of the Royal Geographical Society and Monthly Record of Geography. Vol. X. No. 4. 5. 6. 1888. London 1888.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. XLVIII. N. 5. 6. 7. London 1888.

Memoirs of the Royal Astronomical Society. Vol. XLIX. P. 1. London 1888. 4.

Journal of the Royal Microscopical Society. 1888. P. 2. April. London 1888.

The Journal of the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland. New Series. Vol. XX. P. II. London 1888.

Proceedings of the Manchester litterary and philosophical Society. Vol. XXV. XXVI. Manchester 1886. 1887.

Memoirs of the Manchester litterary and philosophical Society. Ser. III. Vol. X. London 1887.

Report of the fifty-seventh meeting of the British Association for the Advancement of Science held at Manchester in August and September 1887. London 1888.

Proceedings of the Royal Physical Society. Session 1886—87. Edinburgh 1887.

Eggeling, J. *Catalogue of the Sanskrit Manuscripts in the Library of the India Office.* P. I. Vedic Manuscripts. London 1887. 4.

Journal of the R. Asiatic Society of Bengal. N. Ser. Vol. LVI. P. I. N. II. III. P. II. N. II. III. Calcutta 1887.

Proceedings of the R. Asiatic Society of Bengal. 1887. N. IX. X. 1888. N. I. Calcutta 1887. 1888.

Archaeological Survey of India. Vol. XXIII.

General Index to the Reports of the Archaeological Survey of India, Vol. I—XIII, by V. A. Smith. Calcutta 1887.

Records of the Geological Survey of India. Vol. XXI. P. I. 1888. Calcutta.

Memoirs of the Geological Survey of India. — Palaeontologia Indica. Ser. X. Vol. IV. P. III. Calcutta 1887. 4.

Memoirs of the Geological Survey of India. Vol. XXIV. P. I. Calcutta 1887.

Mallet, F. R. *A Manual of the Geology of India.* P. IV. Mineralogy. Calcutta 1887.

The Madras Journal of Literature and Science for the Session 1887—88. Madras 1888.

Carruthers, G. T. *The cause of Magnetism.*

— —. *The cause of terrestrial Magnetism.* Subathu, India 1888. 2 Ex.

Journal of the China Branch of the Royal Asiatic Society. Vol. XXII. (N. Ser.) N. 3. 4. 1887. Shanghai 1888.

Summary Report of the Operations of the Geological and natural history Survey to 31st December 1887. Being Part III, Annual Report of the Department of the Interior. 1887. Ottawa 1888.

The Canadian Record of Science. Vol. III. N. 2. Montreal 1888.

The Proceedings of the Linnean Society of New South Wales. Ser. II. Vol. II. P. 2. April—Juni 1887. P. 3. July—Dec. 1887. Sydney.

List of the Names of Contributors of the first Series (Vol. I—X) of the Proceedings of the Linnean Society of New South Wales. Sydney 1887.

The Ballarat School of Mines, Industries and Science, in the University of Melbourne. Melbourne 1888.

The Gold-fields of Victoria. — Reports of the Mining Registrars for the quarter ended 31st December 1887. Melbourne.

Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences. 1888. Sem. I. T. CVI. N. 13—25.

Tables des Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. 2e Sem. 1887. T. CV. Paris 1888. 4.

Institut de France. Académie des Sciences. Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel. Fasc. I. Paris 1888. 4.

Compte-rendu de la Société de Géographie. 1888. N. 6—12. Paris.

Bulletin de la Société mathématique de France. T. XVI. N. 2. 3. Paris 1888.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Sér. III. T. XIX. Année 52. N. 13. 15—25. Paris 1888.

Bulletin de la Société zoologique de France pour l'année 1887. Vol. XXII. P. 2. 3. 4. Paris 1887.

Bulletin de la Société géologique de France. Sér. III. T. XIV. Feuilles 42—60. (1886). T. XV. Feuilles 16—51. (1887). Paris 1887.

Bulletin de la Société philomatique de Paris. Sér. VII. T. XII. N. 1. 2. 1887—1888. Paris 1888.

Annales des Mines. Sér. VIII. T. XII. Livr. 5 de 1887. Paris 1887.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents. Sér. VI. Année 8. Cah. 3. 4. Paris 1888.

Annales du Musée Guimet. T. X. Paris 1887. 4.

Annales du Musée Guimet. Revue de l'histoire des réligions. Année VIII. T. XVI. N. 1. 2. 3. Paris 1887.

Polybiblion. Revue bibliographique universelle. Part. tech. Sér. II. T. XIV. Livr. 4. 5. 6. Part. litt. Sér. II. T. XXVII. Livr. 4. 5. 6. Paris 1888.

Revue scientifique. Sér. III. Année VIII. Sem. I. T. 41. N. 13—25. Paris 1888. 4.

Mission scientifique du Cap Horn, 1882—1883. T. IV. Géologie par Hyades. T. VI. Zoologie. Arachnides par E. Simon. Paris 1887.

Catalogue de l'Observatoire de Paris. Étoiles observées aux instruments méridiens de 1837 à 1881. T. I. (0^h à VI^h). Paris 1887. 4.

Positions observées des étoiles. 1837—1881. T. I. (0^h à VI^h). Paris 1887. 4.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux. Sér. 3. T. II. Cah. 2. T. III. Cah. 1. Paris et Bordeaux 1886.

Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Bordeaux. Année XI. Sér. II. N. 7—12. Bordeaux 1888.

Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse. T. II. Année 1888. Fasc. II. Paris 1888. 4.

Académie des sciences et lettres de Montpellier. Mémoires de la Section des lettres. T. VIII. Fasc. 1. Années 1886—1887. Mémoires de la Section des Sciences. T. XI. Fasc. 1. Année 1885—1886. Montpellier 1887. 4. Nebst 2 Sep. Abdr. von A. Crova. 4.

Bulletin météorologique du Département de l'Hérault. Publié sous les auspices du Conseil général. Année 1886. Montpellier 1887. 4.

Bulletin de la Société des Sciences de Nancy. Sér. II. T. VIII. Fasc. XX. 1886. Paris 1887.

Mémoires de l'Académie de Stanislas 1886. Année CXXXVII. Sér. V. T. IV. Nancy 1887.

Mémoires de l'Académie des sciences, arts et belles lettres de Dijon. Sér. III. T. IX. Années 1885—1886. Dijon 1887.

Bulletin d'histoire ecclésiastique et d'archéologie réligieuse des Diocèses de Valence. Année VII. Livr. 4—6 (1887). Valence 1887.

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs. Sér. VI. Vol. I. 1886. Besançon 1887.

Union géographique du Nord de la France, siège a Douai. Bulletin. T. VIII. Mars—Oct. 1887. Douai 1887.

Commission météorologique de la Gironde. Rayet, *Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde de Juin 1885 à Mai 1886.* Bordeaux 1886.

Vivien de Saint-Martin. *Nouveau Dictionnaire de Géographie universelle.* Fasc. 41. 42. Paris 1888. 4.

Fourier. *Oeuvres.* Publ. par Gaston Darvoux. T. I. Paris 1888. 4.

Delisle. L. *L'Évangéliaire de Saint-Vaast d'Arras et la Calligraphie Franco-Saxonne du IX. Siècle.* Paris 1888. 4.

— —. *Les manuscrits des fonds Libri et Barrois.* Paris 1888. Extr.

Papiers de Barthélemy, Ambassadeur de France en Suisse 1792—1797. Publ. par M. Jean Kaulek. II. Janv.—Août 1793. Paris 1887.

Hirn, G. A. *Remarques sur un principe de physique.* Paris 1888. 4. Extr.

Lavoix, Henri. *Catalogue des Monnaies musulmanes de la Bibliothèque Nationale. — Khalifes orientaux.* Paris 1887.

Guimet. E. *Sécurité dans les Théatres.* Lyon 1887.

Milsand, Ph. *Bibliographie Bourguignonne.* Supplément. Dijon 1888.

Obedenare, M. G. *Le cinq Mai, Ode sur la mort de Napoléon par A. Manzoni.* Montpellier. 1885. 2 Ex.

Delaurier, E. *Essai d'une théorie générale supérieure de Philosophie naturelle et de Thermo-Chimie.* Fasc. 1—4. Paris 1883—1884. Nebst 4 Broch.

Dubois, A. *Description d'un rongeur nouveau du Genre Anomalurus.* Paris 1888. Extr.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXXI. 1883—84. Ser. III. Memorie della Classe di Scienze morali, storiche e filologiche. Vol. XII. Anno CCLXXIII. 1875—76. Ser. II. Vol. IV. Ser. IV. Vol. IV. Fasc. 3. 4. 5. Roma 1884. 1887. 1888. 4.

Atti della Reale Accademia dei Lincei. Anno CCLXXXIV. 1887. Serie IV. Rendiconti. Vol. III. Fasc. 12. 13 e indice del volume. Roma 1887. Vol. IV. Fasc. 1. 2. 1888.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. X. Disp. 9. 10. (1887—88) e Elenco. Torino 1888.

Pubblicazioni del Reale Osservatorio di Brera in Milano. N. VI. XXVII. Milano 1875. 1885. 4.

Annali del Museo civico di storia naturali di Genova. Ser. IIa. Vol. III. IV. V. Genova 1886. 1887—1888.

Atti della Società Toscana di Scienze naturali. Processi verbali. Vol. VI. 1—12. Pisa 1888.

R. Académie des Sciences de l'Institut de Bologne. Unification du Calendrier. Bologne 1888. 2 Ex.

Bollettino della Società di Naturalisti in Napoli. Ser. I. Vol. II. Anno II. Fasc. 1. 1888. Napoli 1888.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo. T. I da Marzo 1884 a Luglio 1887. T. II. Fasc. 1. 2. Gennajo-Aprile 1888. Palermo 1887. 1888.

Giornale della Società di Letture e conversazioni scientifiche di Genova. Anno XI. Sem. I. Fasc. 1. II. Genova 1888.

Boncompagni, B. *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche.* T. XX. Luglio. Agosto. Sett. 1887. Roma 1887. 4.

Riccardi, A. *Carta antico-moderna dei Colli di S. Colombano e vicinanze.* Sec. ediz. Milano 1888. Fol.

Martone, M. *Nota ad una dimostrazione di un celebre teorema del Fermat.* Napoli 1888.

— —. *Dimostrazione della trascendenza del numero II.* Napoli 1888.

Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. Sér. VII. T. XXXV. N. 10 et dernier. St. Pétersbourg 1887. 4.

Mélanges physiques et chimiques tirés du Bulletin de l'Académie Imp. des Sciences de St. Pétersbourg. T. XII. Livr. 6 et dernière. St. Pétersbourg 1887.

Mélanges asiatiques tirés du Bulletin .... T. IX. Livr. 3. St. Pétersbourg 1887.

Mélanges Gréco-Romains tirés du Bulletin .... T. V. Livr. 1. 2. St. Pétersbourg 1884.

Schriften, herausgegeben von der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat. IV. Dorpat 1888. 4.

Universitäts-Nachrichten. Bd. 28. Nr. 1. 2. 3. 4. 1888. Kiew 1888. (russ.)

Mémoires de la Société des Naturalistes de la Nouvelle-Russie. T. XII, P. 2. Odessa 1888. (russ.)

v. Kokscharow, N. *Materialien zur Mineralogie Russlands.* Bd. X. St. Petersburg 1888.

Sibiriakoff, M. *Eléments des mathematiques.* Moskau 1888.

— —. *Les principes de la géometrie élémentaire.* Moskau 1887.

Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar. Årg. 45. 1888. N. 2. 3. 4. Stockholm 1888.

Acta mathematica. Zeitschrift herausgeg. von G. Mittag-Leffler. 11 : 2. 3. Stockholm 1888. 4.

Dahlgren, E. W. *Sveriges Offentliga Bibliothek Stockholm, Upsala, Lund. — Accessions-Katalog.* 2. 1887. Stockholm 1888.

Hildebrand Hildebrandsson, H. *Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université Upsal.* Vol. XIX. Année 1887. Upsal 1887. 1888. 4.

Schriften der Universität Lund. 17 Inaug. Dissertationen. Lund 1887. 1888. 4.

Oude Vaderlandsche Rechtsbronnen. De Saksenspiegel in Nederland. Uitgegeven door Mr. B. J. L. Baron de Geer van Jutphaas. Stuk 1. — Oudere Tekst. 's Gravenhage 1888.

Huygens, Ch. *Oeuvres complètes.* Publiées par la Société Hollandaise des Sciences. T. I. La Haye 1888. 4.

Bijdragen tot de Taal-Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indie. Volg. V. Deel 3. Afl. 2. 's Gravenhage 1888.

Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde. Deel XXXII. Afl. 1. 2. Batavia 1887.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indie door Dr. van der Stok. Jaarg. VIII. 1886. Batavia 1887.

van der Stok, J. P. *Observations made at the magnetical and meteorological Observatory at Batavia.* Vol. IX. 1886. Batavia 1887. Fol.

Bock, C. *Reis in Oost- an Zuid-Borneo van Koetei naar Banjermassin.* II, 2. 's Gravenhage 1887. 4.

Bulletin de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Année 57. Sér. 3. T. XV. N. 2. 4. Bruxelles 1888.

Extrait du Bulletin du Musée Royal d'histoire naturelle de Belgique. T. V. 1888. Compte rendu des observations ornithologiques faites en Belgique pendant l'année 1886. Bruxelles 1888.

Bulletin du Musée Royal d'histoire naturelle de Belgique. T. V. N. 1. Bruxelles 1888.

Plateau, F. *Recherches expérimentales sur la vision chez Arthropodes.* P. 3. Bruxelles 1888.

— —. *Expériences sur le rôle des palpes chez les Arthropodes maxillés.* P. 3 et dernière. Paris 1887. Extr.

Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1887. N. 1169—1194. Bern 1888.

Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Frauenfeld den 7., 8. und 9. August 1887. 70. Jahresversammlung. Jahresbericht 1886/1887. Frauenfeld 1887.

Archives des sciences physiques et naturelles. Oct.—Nov. 1887. Genève 1887.

Bibliothèque universelle. Archives des sciences physiques et naturelles. 3e Période. T. XIX. N. 2. Genève 1888.

Wolf, R. *Astronomische Mittheilungen.* LXXI. Zürich 1888.

Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Jahrg. 32. Heft 2. 3. Zürich 1887.

Boletin de la Real Academia de la Historia. T. XII. Cuad. III. IV. V. Marzo, Abril, Mayo 1888. Madrid 1888.

Anuario della Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales. 1888. Madrid 1888.
Memorias de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales. T. XII. T. XIII. P. I. Madrid 1888.

Orações academicas pronunciadas na Sala Grande dos Actos da Universidade de Coimbra a 27 de novembro de 1887 (E. Abreu). Lisboa 1888.

Analele Academiei Romane. Ser. II. T. VIII. 1885—1886. Sect. II. Discursi. Ser. II. Tom. IX. 1886—1887. Partea administrativă si desbaterile. Memorisle sectiuriu scientificee. Bucuresci 1887. 1888. 4.
Bulletin de la Société des Médecins et Naturalistes de Jassy. Année I. 1887. N. 9. 10. Jassy 1887. 4.
Petricečcu-Hasdeu. *Dictionarul limbei istorice si poporane à Românelor.* T. II. Fasc. II. Bucuresci 1888. 4.
Annales de l'Institut météorologique de Roumanie. T. II. 1886. Bucuresci 1888. 4.
Stourdza, D. A. *Le 10 Mai. Mémoire présenté à l'Académie Roumaine.* Bucarest 1887. 2 Ex.
Glas I—VI. (Blüthen). Belgrad 1887. 1888. (serb.) Poslovnik. Belgrad 1888.

Memoirs of the Boston Society of Natural History. Vol. IV. N. I—IV. Boston 1886 — 1888. 4.
The Astronomical Journal. Vol. VIII. N. 169. 170. 172. 173. Boston 1888. 4.
Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol. XV. Cambridge 1887. 4.
Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol. XIII. N. 7. 8. Cambridge 1888. Vol. XVI. Nr. 1. Cambridge 1888.
The American Journal of Science. Vol. XXXV. N. 208. 209. 210. New Haven 1888.
Annals of the New York Academy of Sciences, late Lyceum of Natural History. Vol. IV. N. 3. 4. 1888. New York 1888.
Transactions of the New York Academy of Sciences. Vol. VI. 1886. 1887. Vol. VII. N. 1. 2. 1887. New York.
The Journal of Comparative Medicine. Vol. IX. N. 2. New York 1888.
Johns Hopkins University Circulars. Vol. VII. N. 64. 65. Baltimore 1888. 4.
American Oriental Society. Proceedings at Baltimore, Oct. 1887. (Pages CCIV—CCLXXV.) Baltimore 1888.
American Chemical Journal. Vol. 10. N. 2. Baltimore 1888.
American Journal of Mathematics. Vol. X. N. 3. Baltimore 1888. 4.
The American Journal of Philology. Vol. IX, 1. Baltimore 1888.
Annals of Mathematics. Vol. 3. N. 6. Vol. 4. N. 1. Charlottesville 1887. 1888. 4.
Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. P. III. Sept.—Dec. 1887. P. I. Jan.—Febr. 1888. Philadelphia 1887. 1888.
The American Naturalist. Vol. XXII. N. 254. 255. 257. Philadelphia 1888.
Report of the Superintendent of the Nautical Almanac for the year ending June 30, 1887. Washington 1887.
Smithsonian Miscellaneous Collections. Vol. XXXI. Washington 1888.
Proceedings of the Department of Superintendence of the National Educational Association at its meeting at Washington March 15—17, 1887. Washington 1887.
Annual Report of the Chief Signal Officer of the Army to the Secretary of War for the year 1886. Washington 1886.
Publications of the Cincinnati Observatory. — 9. — Zone Catalogue of 4050 Stars, for the epoch 1885. Cincinnati 1887. 4.

Memoirs of the California Academy. Vol. I, Contents 1868. Vol. II, N. 1. 1888. San Francisco. 4.

Bulletin of the California Academy of Sciences. Vol. 2. N. 8. Nov. 1887. San Francisco 1887.

Proceedings of the California Academy of Sciences. Vol. VII. 1876. Contents. San Francisco 1877.

Publications of the Lick Observatory of the University of California. Vol. I, 1887. Sacramento 1887. 4.

Transactions of the eighteenth and nineteenth annual Meetings of the Kansas Academy of Science, (1885—1886) with the reports of the Secretary. Vol. X. Topeka, Kansas 1887.

Bruce, A. T. *Observations of the embryology of Insects and Arachnids.* Baltimore 1887. 4.

Nipher, Fr. E. *The volt, the ohm and the ampère.* St. Louis 1888. Extr.

Anales del Museo Nacional de Mexico. T. IV. Entr. 2a. Mexico 1888. 4.

La Naturaleza. Ser. II. T. 1. Cuad. 2. Mexico 1888. 4.

Memorias de la Sociedad cientifica „Antonio Alzate“. T. I. Cuad. N. 8. 9. 10. Febr.—April 1888. Mexico 1888.

Revista do Observatorio Imp. do Rio de Janeiro. Anno III. 1888. N. 3. Rio de Janeiro 1888.

Boletin de la Academia Nacional de Ciencias en Cordoba (Republica Argentina). T. X. Entr. 1. 1887. Buenos Aires 1887.

Boletin y Catalogo del Archivo Nacional. T. I. N. 1—15. Sucre 1886. 1887. 4.

Verhandlungen des Deutschen wissenschaftlichen Vereins zu Santiago. Heft 6. Santiago de Chile 1888.

Annual Meteorological Report, for the year 1886, of the Meteorological Central Observatory. Tokio. Japan. P. II. Tokio 1887.

The Journal of the College of Science, Imperial University, Japan. Vol. II. P. 1. Tōkiō 1888.

DRITTES VIERTELJAHR.

Leopoldina. Amtliches Organ der K. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Heft XXIV. N. 11—16. Halle a. S. 1888. 4.

Abhandlungen der hist. Classe der K. Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Bd. XVIII. Abth. I. — *der math. phys. Classe.* Bd. XVI. Abth. II. München 1888. 1887. 4.

Sitzungsberichte der math. physik. Classe der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München 1888. Heft II. München 1888.

Abhandlungen der math. phys. Classe der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Bd. XVI. N. IX. — *der philol. hist. Classe.* Bd. X. N. IX. Leipzig 1888.

Jahrbuch des K. Deutschen Archäologischen Instituts. Bd. III. 1888. Heft 2. Berlin 1888. 4.

Preussische Statistik. LXX. Statistik der Brände im preuss. Staate. Th. II. Berlin 1888. 4.

Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Societät in Erlangen. 1887. München 1888.

Jahrbücher des Vereins von Alterthumsfreunden im Rheinlande. Heft LXXXV. Bonn 1888.

Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande, Westfalens und des Reg. Bezirks Osnabrück. Jahrg. 45. Folge V. Jahrg. 5. Hälfte 1. Bonn 1888.

Abhandlungen herausgegeben von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Bd. XV. Heft 3. Frankfurt a. M. 1888. 4.

65. *Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur.* Enthält den Generalbericht über die Arbeiten und Veränderungen der Gesellschaft im Jahre 1887. Breslau 1888.

Neues Lausitzisches Magazin. Bd. 64. Heft 1. Görlitz 1888.

Mittheilungen der Deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Tokio. Heft 39. Bd. IV. S. 399—421. Heft 40. Berlin, Yokohama 1888. 4.

Jahrbuch der Hamburgischen wissenschaftlichen Anstalten. Jahrg. V. 1887. Hamburg 1888.

Jahresbericht und Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Magdeburg. 1887. Nebst Beilage. Hintzmann, das Innere der Erde. Magdeburg 1888.

Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Bd. XL. Heft 1. Jan.-März 1888. Berlin 1888.

Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft. Bd. 42. Heft II. Leipzig 1888.

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1882. Jahrg. XXXVIII. Abth. II. Abth. III. Berlin 1888.

Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Jahrg. XXI. N. 10—13. Berlin 1888.

Elektrotechnische Zeitschrift. Jahrg. 9. 1888. Heft XIII. XIV. XVI. XVII. Berlin 1888.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preussischen Staate. Bd. XXXVI. Heft 3 mit einem Atlas, Tafel V—VII des XXXVI. Bandes und 1. Statistische Lieferung. Berlin 1888. 4. u. Fol.

Mittheilungen aus dem Naturwissenschaftlichen Verein für Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald. Jahrg. XIX. 1887. Berlin 1888.

Landwirthschaftliche Jahrbücher. Bd. XVII. Ergänzungsband I. Berlin 1888.

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. LX. 4. Folge Bd. 6. Heft 6. Halle a. S. 1887.

Astronomische Nachrichten. Bd. 119. Kiel 1888. 4.

Hedwigia. Organ für Kryptogamenkunde. Bd. XXVII. 1888. Heft 7. 8. Dresden.

Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B. Bd. 2. (1887.) Freiburg i. B. 1887.

Neues Archiv der Gesellschaft für ältere deutsche Geschichtskunde. Bd. XIV. Heft 1. Hannover 1888.

Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel. Bd. VIII. Heft 2. Berlin 1888.

Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar. Années 27. 28. 29. 1886 à 1888. Colmar 1888.

Bulletin mensuel de la Société des Sciences, Agriculture et Arts de la Basse-Alsace. T. XXII. Fasc. Juin. Juillet 1888. Strassburg 1888.

X. Jahresbericht des Vereins für Erdkunde zu Metz für 1887/88. Metz 1888.

**Commentaria in Aristotelem Graeca.* Vol. XVII Joannis Philoponi in Aristotelis Physicorum libros quinque posteriores Commentaria edidit H. Vitelli. Berolini 1888.

*de Boor, C. *Vita Euthymii. Ein Anecdoton zur Geschichte Leo's des Weisen.* A. 886—912. Berlin 1882. 2 Ex.

**Politische Correspondenz Friedrich's des Grossen.* Bd. 16. Berlin 1888. 4. und 8.

Fleischer, H. L. *Kleinere Schriften.* Bd. II. Theil 1. 2. Leipzig 1888.

Leydig, F. *Altes und Neues über Zellen und Gewebe.* Würzburg 1888. Sep. Abdr.

Leydig, F. *Beiträge zur Kenntniss des thierischen Eies im unbefruchteten Zustande.* Jena 1888. Sep. Abdr.

Kölliker, A. *Die Entwicklung des menschlichen Nagels.* Würzburg 1888. Sep. Abdr.

v. Druffel, A. *Monumenta Tridentina. — Beiträge zur Geschichte des Concils von Trient.* Heft III. Jan.-Febr. 1546. München 1887. 4.

Meiser, Karl. *Über historische Dramen der Römer.* Festrede. München 1887. 4.

Zwink, M. *Die Pendel-Uhren im luftdicht verschlossenen Raume mit besonderer Anwendung auf die bezüglichen Einrichtungen der Berliner Sternwarte.* Inaugural-Dissertation. Halle a. S. 1888. 4.

Bossert, G. *Württembergisch-Franken.* Neue Folge III. — *Zur älteren Geschichte des Klosters Komburg.* Schw. Hall 1888. 4.

Laspeyres, H. *Gerhard vom Rath.* Eine Lebensskizze. Bonn 1888.

Denkschriften der philos. hist. Classe der K. Akademie der Wissenschaften. Bd. 36. — *der math. naturw. Classe.* Bd. 53. Wien 1887. 1888. 4.

Sitzungsberichte der philos. hist. Classe. Bd. 114, Heft 2. Bd. 115. — *der math. naturw. Classe.* I. Abth. 1887. Nr. 1—10. II. Abth. 1887. Nr. 3—10. III. Abth. 1887. Nr. 1—10 und Abth. 1888. Nr. 14—19. Wien 1887. 1888.

Archiv für Kunde österreichischer Geschichtsquellen. Bd. 71. Hälfte 1. 2. 72. Hälfte 1. Wien 1887. 1888.

Almanach 1887. Wien 1887.

10 Separatabdrücke in 4. und 8. aus den *Denkschriften* und aus den *Sitzungsberichten.* Wien 1887. 1888.

Verhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt. 1888. Nr. 9—11. Wien 1888.

Jahrbuch der K. K. Geologischen Reichsanstalt. Jahrg. 1888. Bd. XXXVIII. Heft 1. 2. Wien 1888.

Mittheilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien. Bd. VIII. Heft II. III. Wien 1888. 4.

Mittheilungen der K. K. Central-Commission zur Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale. Bd. XIV. Heft 1. 2. Wien 1888. 4.

Verhandlungen des Naturforschenden Vereins in Brünn. Bd. XXV. 1886. Brünn 1887.

V. Bericht der meteorologischen Commission des Naturforschenden Vereins in Brünn. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1885. Brünn 1885.

Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. Jahrgang 1888. Bd. XXXVIII. Quartal 1. 2. Wien 1888.

Ordnung der Vorlesungen an der K. K. Deutschen Carl-Ferdinands-Universität zu Prag im Wintersemester 1888/89. Prag 1888.

Programm der K. K. Berg-Akademie in Leoben für das Studienjahr 1888/89. Wien 1888.

Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag 1887. Jahrg. 48. Prag 1888. 4.

Programm des evang. Gymnasiums A. B. in Schässburg und der damit verbundenen Lehranstalten. Zum Schlusse des Schuljahres 1887/88. Hermannstadt 1888. 4.

Archivio Trentino. Anno VII. Fasc. I. Trento 1888.

Ormay, A. *Supplementa faunae Coleopterorum in Transsilvania.* Nagy-Szeben 1888.

Viestnik hrvatskoga arkeologičkoga Družtva. God. X. Br. 3. Zagrebu 1888.

Proceedings of the Royal Society. Vol. XLIV. No. 268—270. London 1888.

Proceedings of the scientific meetings of the Zoological Society of London, for the year 1888. P. I. II. London 1888.

Proceedings of the Royal Irish Academy. Ser. II. Vol. 11. N. 6. 8. Dublin 1888.

Transactions of the Royal Irish Academy. Vol. XXIX. P. I. II. Dublin 1887. 4.
Royal Irish Academy. »*Cunningham Memoirs.*« N. IV. Dublin 1887. 4.
List of the papers published in the Transactions, Cunningham Memoirs, and Irish Manuscript Series. Dublin 1887. 4.
Scientific Transactions of the Royal Dublin Society. Vol. III. (Ser. II.) N. XIV u. I. Dublin 1887. 1888. 4.
Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society. Vol. V. P. 7. 8. 1887. Vol. VI. P. 1. 2. 1888. Dublin 1887. 1888.
The Journal of the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland. New Series. Vol. XX. P. III. 1888. London 1888.
Journal of the China Branch of the Royal Asiatic Society. N. Ser. Vol. XXII. N. 5. 1887. Shanghai 1888.
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. XLVIII. N. 8. London 1888.
The Quarterly Journal of the Geological Society. Vol. XLIV. P. 3. N. 175. London 1888.
The Transactions of the Linnean Society of London. 2nd Ser. Zoology. Vol. III. P. 5. 6. London 1887. 1888. 4. 2nd Ser. Botany. Vol. III. P. 1. London 1888. 4.
The Journal of the Linnean Society. Vol. XX. Zoology N. 118. XXI. N. 130. 131. XXII. N. 136—139. London 1887. Vol. XXIII. Botany N. 152—155. XXIV. N. 159—161.
List of the Linnean Society of London. Session 1887—1888. London 1887. 1888.
Proceedings of the Royal Geographical Society and Monthly Record of Geography. Vol. X. N. 7. 8. 9. London 1888.
Journal of the Chemical Society. N. CCCVIII. CCCIX. CCCX. London 1888.
Abstracts of the Proceedings of the Chemical Society. N. 56. 1888—1889. London.
Journal of the Royal Microscopical Society. 1888. P. 3. 4. London 1888.
Proceedings of the London Mathematical Society. N. 314—320. London 1888.
Harrison, R. *Catalogue of the London Library, St. James's Square, London, and Appendix.* London 1888.
Report of the scientific results of the exploring voyage of H. M. S. Challenger 1873—1876. Zoology Vol. XXIII. XXIV. Text and Plates. XXV. XXVI. London 1888. 4.
Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XXX. P. IV. 1882. 1883. Vol. XXXI. 1888. Vol. XXXII. P. II. III. IV. 1883—1885. Vol. XXXIII. P. I. II. Session 1885—1887. Edinburgh 1887. 1888. 4.
Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XII. N. 115—118. Session 1883. 1884. Vol. XIII. N. 119—122. Session 1884—1886. Vol. XIV. N. 123. Session 1887. 1888.
Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. 1888. N. II. III. Calcutta 1888.
Journal of the Asiatic Society of Bengal. N. Ser. Vol. LVII. P. II. N. 1. Calcutta 1888.
Bibliotheca Indica. Old Series. N. 263. 264. New Series. N. 638—656. Calcutta 1887. 1888.
Records of the Geological Survey of India. Vol. XXI.. P. 2. 1888. Calcutta 1888.
Notes on Economic Entomology. — by Cotes. N. 1. 2. Calcutta 1888.
The Madras University Calendar, 1888—1889. Madras 1888.
Oppert, G. *On the original inhabitants of Bharatavarṣa or India.* P. I. Madras 1888.
Geological and Natural History Survey of Canada. — Annual Report (New Series). Vol. II. 1886. Montreal 1887.
The Canadian Record of Science. Vol. III. N. 3. Montreal 1888.
Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales, for 1887. Vol. XXI. Sydney 1888.

Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences. 1888. Sem. I. T. CVI. N. 26. 1888. Sem. II. T. CVII. N. 1—5. 7. 9. 10. Paris 1888. 4.

Bulletin de la Société mathématique de France. T. XVI. N. 4. Paris 1888.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Sér. 3. T. XIX. N. 26. 36. Paris 1888.

Compte rendu de la Société de Géographie. 1888. N. 13. Paris 1888.

Polybiblion — Revue bibliographique universelle. Part techn. Sér. II. T. 14. Livr. 7. 8. Part. litt. Sér. II. T. 28. Livr. 1. 2. Paris 1888.

Revue scientifique. T. 41. Sér. 3. Année VIII. Sem. 1. N. 26. T. 42. Sér. 3. Année VIII. Sem. 2. N. 1—5. 6—10. Paris 1888. 4.

Annales des Mines. Sér. VIII. T. XII. Livr. 6 de 1887. T. XIII. Livr. 1 de 1888. Paris 1887. 1888.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents. Sér. 6. Année VIII. Cah. 5. 6. Paris 1888.

Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Bordeaux. Année 11. Sér. 2. N. 13—17. Bordeaux 1888.

Cauchy, A. *Oeuvres complètes.* Sér. I. T. VI. Paris 1888. 4.

Lemoine, E. et Vigarie, E. *Note sur les élémens brocardiens.* Paris 1888. Extr.

— —. *Questions diverses sur la Géometrie du Triangle.* Paris 1886. Extr. und fernere 4 Extr.

Vivien de Saint-Martin, M. *Nouveau Dictionnaire de Géographie universelle.* Fasc. 43. Paris 1888. 4.

Paris, G. *La littérature française au moyen-âge.* (XIe—XIVe siėle). Paris 1888.

d'Assier, A. *Note sur le transformisme.* Ercé (Ariège) 1888.

Atti della Reale Accademia dei Lincei. Anno CCXXXV. 1888. Ser. IV. Rendiconti. Vol. IV. Fasc. 6—10. Sem. 1. Roma 1888.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXXIV. 1887. Ser. IV. Classe di Scienze morali, fisiche e filologiche. Vol. III. Roma 1887. 4.

Memorie della Reale Accademia della Scienze di Torino. Ser. II. T. XXXVIII. Torino 1888. 4.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XXIII. Disp. 11. 12. 1887—1888. Torino.

Atti della Reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Ser. II. Vol. I. II. 1888. Napoli.

Rendiconti dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. (Sezione della Società Reale di Napoli). Ser. 2ª — Vol. I. (Anno XXVI.) fasc. 1. — Gennaio 1887. Napoli 1887. 1888. 4.

Atti e Memorie della R. Accademia di Scienze lettere ed arti in Padova. Anno CCLXXXVI. (1884—1885). Anno CCLXXXVII. (1885—1886). Anno CCLXXXVIII. (1886—1887). Nuova Serie. — Vol. I. II. III. Padova 1885. 1886. 1887.

Bulletino della Società Veneto-Trentina di Scienze naturali. T. IV. N. 2. Anno 1888. Padova 1888.

Bolletino della Società geografica italiana. Ser. III. Vol. I. Fasc. VI. VIII. Roma 1888.

Giornale della Società di Letture e Conversazioni scientifiche di Genova. Anno XI. 1. Sem. Fasc. III—VI. 1888. 2. Sem. Fasc. VII. VIII. 1888. Genòva 1888.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo. T. II. Fasc. III. IV. Palermo 1888.

La Biblioteca communale e gli antichi Archivi di Verona nell' anno 1887. Verona 1888. 4.

Boncompagni, B. *Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche.* T. XX. Ottobre 1887. Roma 1887. 4.

Siragusa, Fr. P. Camillo. *Ricerche sul Geotropismo.* Palermo 1888.

Martini, St. *I libri delle leggi di M. T. Cicerone.* Sanremo 1888.
Luvini, Jean. *Contribution à la Météorologie électrique.* Turin 1888.

Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. T. XXXII. (Feuilles 11—24.) St. Pétersbourg 1888. 4.
Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. Année 1888. N. 2. Moscou 1888.
Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat. Bd. VIII. Heft 2. 1887. Dorpat 1888.
Schriften herausgegeben von der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat. II—IV. Dorpat 1887. 1888.
Meteorologische Beobachtungen. 1888 Januar—Februar. Dorpat.
Universitäts-Nachrichten. Bd. XXVII. N. 5. 6. Kiew 1888. (russ.)
Mielberg, J. *Meteorologische Beobachtungen des Tifliser Physikalischen Observatoriums im Jahre 1886.* Tiflis 1888.

Översigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar. Årg. 45. 1888. N. 5. 6. Stockholm.
Acta mathematica. Herausgegeben von G. Mittag-Leffler. 11 : 4. Stockholm 1888. 4.
Forhandlinger i Videnskabs-Selskabet i Christiania. Aar 1887. Christiania 1888.

Ofversigt over det K. Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger og dets Medlemmers Arbejder i Aaret 1887. N. 3. 1888. N. 1. Kjøbenhavn 1887. 1888.
Mémoires de l'Académie Royale de Copenhague. Sér. VI. Classe des Lettres. Vol. II. N. 1. — Classe des Sciences. Vol. IV. N. 6. 7. Kjøbenhavn 1887. 1888. 4.

Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. T. XXII. Livr. 4. 5. Harlem 1888.
Koninklijk Instituut van Ingenieurs in 'sGravenhage. Tijdschrift 1887—1888. Afl. III. 1. 2. 1888. 'sGravenhage 1888. 4.
Schlegel, G. *Nederlandsch-chineesch Woordenboek.* Deel IV. Afl. 1. Leiden 1888.
Bijdragen tot de Taal- Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indië. Volg. V. Deel 3. Afl. 3. 'sGravenhage 1888.
Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde. Deel XXXII. Afl. 2. Batavia 1888.
Notulen van de algemeene en Bestuurs-Vergaderingen van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Deel XXV. — 1887. — Afl. IV. Batavia 1888.
Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië. Deel XLVII. Ser. 8. Deel VIII. Batavia 1888.
Treub, M. *Annales du Jardin botanique de Buitenzorg.* Vol. VII. P. 2. Leide 1888.
van der Chijs, J. A. *Dagh-Register gehouden int Casteel Batavia vant passerende daer ter plaetse als over geheel Nederlandts-India Anno 1653.* Batavia 1888.

Bulletin de l'Académie Royale des Sciences. Année 57. Sér. 3. T. 15. N. 5. 6. 7. Bruxelles 1888.
Annales de la Société entomologique de Belgique. T. 31. Bruxelles 1887.
Procès-verbal de la Société Royale malacologique de Belgique. LXXXI—CXLI. 1887. Bruxelles.
Coutumes des Pays et Comté de Flandre. T. II. *Coutumes des Pays, Duché de Luxembourg et Comté de Chiny.* 2[e] Supplement. *Coutume de la Prévôté de Bruges* par Gilliodts van Severen. T. I. II. Bruxelles 1887. 4.

GACHARD, M. *Recueil des Ordonnances des Pays-Bas Autrichiens.* Sér. III. 1700—1794. T. VI. (1744—1750). Bruxelles 1887. Fol.

Neue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. Bd. XXX. Abth. 1. Basel 1888. 4.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles. Sér. 3. Vol. XXIII. N. 97. Lausanne 1888.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève. T. XXIX. Partie 2. Genève 1886—1887. 4.

Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Jahrg. XXXII. Heft 4. Zürich 1887.

Mittheilungen der antiquarischen Gesellschaft in Zürich. Bd. XXII. Heft 2. 4. Bd. XXIII. Heft 1. Leipzig 1888. 4.

KAMMERMANN, A. *Résumé météorologique de l'année 1887 pour Genève et le Grand Saint-Bernard.* Genève 1888.

Boletin de la Real Academia de la Historia. T. XII. Cuad. VI. Madrid 1888.

Resumen de las Observaciones meteorológicas durante el ano de 1883. Publ. por el Observatorio de Madrid. Madrid 1888.

Observaciones meteorológicas efectuadas en el Observatorio de Madrid, durante los años 1882 y 1883. 1884 y 1885. Madrid 1887. 1888.

Commission des travaux géologiques du Portugal. Description de la Faune jurassique du Portugal. CHOFFAT, P. Mollusques lamellibranches. II. Ordre. Asiphonidae. Livr. 2. Estudo sobre os Bilobites e outros fosseis das Quartzites da Base do Systema silurico de Portugal. Supplemento, por Delgado. Lisboa 1888. 4.

DE HURMUZAKI, E. *Documente privitóre la Istoria Românilor.* Vol. III. P. II. 1576—1600. Bucuresci 1888. 4.

Bulletin de la Société des Médecins et Naturalistes de Jassy. Année I. N. 11. 1887. Année II. N. 1—4. 1888. Jassy 1887. 1888. 4.

Annual Report of the Chief Signal Officer of the Army to the Secretary of War for the year 1887. Part I. Washington 1887.

Report of the Superintendent of the U. S. Coast and Geodetic Survey showing the progress of the work during the fiscal year ending with June, 1886. P. I. Text. Washington 1887. 4.

Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution to July 1885. P. II. Washington 1886.

Bulletin of the Philosophical Society of Washington. Vol. X. 1887. Washington 1888.

The Astronomical Journal. Vol. VIII. N. 6—12. Boston 1888. 4.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. New Ser. Vol. XV. P. I. May 1887 to May 1888. Boston 1888.

Memoirs of the Boston Society of Natural History. Vol. IV. N. V. VI. Boston 1888. 4.

Archaeological Institute of America. Papers of the American School of classical studies at Athens. Vol. III. 1884—1885. Vol. IV. 1885—1886. Boston 1888.

American Oriental Society. Proceedings at Boston, May 1888. Boston 1888.

Proceedings of the American Philosophical Society. Vol. XXV. N. 127. Philadelphia 1888.

The American Naturalist. Vol. XXII. N. 258. 259. Philadelphia 1888.

Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences. Centennial Volume. Vol. XI. P. VI. N. VII. Cambridge 1888. 4.

Agassiz, A. *Three cruises of the United States and Geodetic Survey Steamer »Blake«.* Vol. I. II. (Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College, in Cambridge, Vol. XIVXV.) Cambridge, Mass. 1888.

Annals of Harvard College Observatory. Vol. XVIII. N. III. IV. V. Cambridge 1886. 1887. 1888. 4.

The American Journal of Science. Ser. III. Vol. XXXVI. N. 211. 212. 213. New Haven 1888.

Annual Report of the Geological Survey of Pennsylvania for 1886. P. III. with an Atlas III. *Western Middle Atlas.* P. 2. AA *Atlas* C 7. Bucks and Montgomery Counties. Harrisburg 1887.

Report for the Year 1886—1887, and 1887—1888, presented by the board of Managers of the Observatory of Yale University to the President and Fellows. Yale University 1887. 1888.

Geological and Natural History Survey of Minnesota. Bulletin 2. 3. 4. St. Paul 1887.

American Chemical Journal. Vol. 10. N. 3. Baltimore 1888.

Johns Hopkins University, Baltimore. Studies. Vol. IV. N. 3. Baltimore 1888.

Annals of Mathematics. Vol. IV. N. 2. Charlottesville 1888. 4.

The Journal of the Cincinnati Society of Natural History. Vol. XI. N. 1. Memorial Number. Cincinnati 1888.

Winchell, N. H. *The Geological and Natural History Survey of Minnesota.* Fifteenth Annual Report for the year 1886. St. Paul 1887.

La Naturaleza. Ser. II. T. I. Cuad. N. 3. Mexico 1888. 4.

Memorias de la Sociedad científica »Antonio Alzate«. T. I., Cuad. Num. 12. 1888. Mexico 1888.

Revista do Observatorio. Anno III. N. 7. Rio de Janeiro 1888.

Boletin de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba. Dic. de 1887. T. X. Entr. 2ª. Buenos Aires 1887.

Galvez, Jose. *Message du Gouverneur de la Province de Santa Fé aux honorables Chambres législatives à l'ouverture de leurs Sessions ordinaires de 1888.* Buenos Aires 1888.

Transactions of the Seismological Society of Japan. Vol. XII. 1888. Yokohama.

Mittheilungen aus der Medicinischen Facultät der K. Japanischen Universität. Bd. I. N. 2. Tōkiō 1888.

The Journal of the College of Science, Imperial University, Japan. Vol. II. P. II. III. Tōkyō 1888. 4.

VIERTES VIERTELJAHR.

Leopoldina. Amtliches Organ der K. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Heft XXIV. N. 17—22. 1888. Halle a. S. 1888. 4.

Abhandlungen der philos. philol. Classe der K. Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Bd. XVIII. Abth. 1. München 1888. 4.

Sitzungsberichte der philos. philol. und hist. Classe der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München. 1888. Bd. I. Heft III. Bd. II. Heft 1. 2. München 1888.

Abhandlungen der philol. hist. Classe der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Bd. XI. N. I. — der math. physischen Classe. Bd. XIV. N. X—XIII. Leipzig 1888.

Berichte über die Verhandlungen der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Philol. hist. Classe. 1888. I. II. Leipzig 1888.

Nachrichten von der K. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-Augusts-Universität zu Göttingen. 1888. N. 6—10. Göttingen.

Sitzungs-Bericht der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. 1888. N. 9. Berlin.

Jahresbericht des Directors des K. Geodätischen Instituts für die Zeit vom April 1887 bis April 1888. (Als Manuscript gedruckt.) Berlin 1888.

Mittheilungen des K. Deutschen Archäologischen Instituts. Römische Abtheilung. Bd. III. Heft 2. 3. Rom 1888. *Athenische Abtheilung.* Bd. XIII. Heft 2. Athen 1888.

Jahrbuch des K. Deutschen Archäologischen Instituts. Bd. III 1888. Heft 3 und Ergänzungsheft I. Berlin 1888. 4.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen im Preussischen Staate. Bd. XXXVI. Heft 4 und Atlas Bd. XXXVI. Tafel VIII—XIII. Berlin 1888. 4. u. Fol.

Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Jahrgang 21. N. 14—17. Berlin 1888.

Elektrotechnische Zeitschrift. Jahrgang IX. Heft XV. XVIII—XXIV. Berlin 1888.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. Herausgegeben von M. Henoch und E. Lampe. Bd. XVII. Jahrgang 1885. Heft 3. Berlin 1888.

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. Bd. XL. Heft 2. 1888. Berlin 1888.

Landwirthschaftliche Jahrbücher. Bd. XVII. Heft 4. 5. 6. Berlin 1888.

Zeitschrift des K. Preuss. Statistischen Büreaus. Jahrg. XXVIII. Heft I. II. Berlin 1888. 4.

Preussische Statistik. XCV. XCVI. XCVII. Berlin 1888. 4.

Die Handschriften-Verzeichnisse der K. Bibliothek zu Berlin. Bd. V. Verzeichniss der Sanskrit- und Prâkrit-Handschriften von A. Weber. Bd. 2. Abth. 2. Berlin 1888. 4.

I. Nachtrag zum Katalog der Bibliothek der K. Technischen Hochschule zu Berlin. Berlin 1888. 4.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei. Jahrg. 1887. Heft VII—IX. Berlin 1888. 4.

Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. Jahrg. XXIX. 1887. Berlin 1888.

Jahrbücher des Vereins von Alterthumsfreunden im Rheinlande. Heft LXXXVI. Bonn 1888.

Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg i. Pr. Jahrg. XXVIII. 1887. Königsberg 1888. 4.

Tafel zur Ermittelung des Alkoholgehaltes von Spiritusmischungen. Herausgegeben von der K. Normal-Aichungs-Commission. Berlin 1888.

Liste der Autoren zoologischer Artbegriffe, zusammengestellt für die zoologische Sammlung des Königlichen Museums für Naturkunde in Berlin. Berlin 1888.

Veröffentl. der Königl. Sternwarte zu Berlin. Küstner, F., *Neue Methode zur Bestimmung der Aberrations-Constante nebst Untersuchungen über die Veränderlichkeit der Polhöhe.* Berlin 1888. 4.

Publication der Königl. Sternwarte in Kiel. *Untersuchungen über das Cometensystem 1843 I, 1880 I und 1882 II.* Th. I. *Der grosse Septembercomet 1882 II.* Von Dr. H. Kreutz. Kiel 1888. 4. *Das Aequinoctium für 1860.0* von Dr. E. Lamp. Kiel 1882. 4.

78 Akademische Schriften der Universität Kiel aus dem Jahre 1887/1888.

Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt am Main. 1888. Frankfurt a. M. 1888.

Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft. Jahrg. XXIII. Heft 1. 2. Leipzig 1888.

Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft. Bd. 42. Heft III. Leipzig 1888.

Bericht über die 29. Plenarversammlung der historischen Commission bei der K. bayer. Akademie der Wissenschaften. München 1888. 4.

Verhandlungen des historischen Vereines von Oberpfalz und Regensburg. Bd. 42. Stadtamhof 1888.

Bulletin mensuel de la Société des Sciences, Agriculture et Arts de la Bass-Alsace. T. XXII. Fasc. Aug.-Oct.-Nov. 1888. Strassburg 1888.

41 Akademische Schriften der Universität Giessen aus dem Jahre 1887/88. Giessen. 4, und 8.

Monumenta Germaniae historica. Diplomatum Regum et Imperatorum Germaniae T. II. P. I. Ottonis II. Diplomata. Legum Sectis I. Legum Nationum Germanicarum. T. V. P. I. Ed. K. Lehmann. Hannoverae 1888. 4.

* *Commentaria in Aristotelem graeca.* Vol. IV. P. II. Dexippi in Aristotelis Categorias Commentaria ed. A. Busse. Berolini 1888.

* *Bibliotheca Zoologica II.* Bearbeitet von Dr. O. Taschenberg. Lief. VI. Sign. 201—240. Leipzig 1888. 2 Ex.

* Kiessling, J., *Untersuchungen über Dämmerungserscheinungen.* Hamburg und Leipzig 1888. 4. 2 Ex.

* Rawitz, B., *Der Mantelrand der Acephalen.* Th. I. Ostreacea. Jena 1888. Sep. Abdr.

Aus Justus Liebig's und Friedrich Wöhler's Briefwechsel in den Jahren 1829—1873. Herausgegeben von A. W. Hofmann. Bd. I. II. Braunschweig 1888.

Verhandlungen der vom 21. bis zum 29. October 1887 auf der Sternwarte zu Nizza abgehaltenen Conferenz der permanenten Commission der Internationalen Erdmessung. Redigirt von A. Hirsch. Berlin 1888. 4.

Veröffentlichung des K. Preuss. Geodätischen Institutes. Gradmessungs-Nivellement zwischen Anclam und Cuxhaven. Berlin 1888. 4.

von Bauernfeind, C. M. *Das Bayerische Praecisions-Nivellement.* 7. Mittheilung. München 1888. 4.

Deutsches meteorologisches Jahrbuch für 1887. Beobachtungs-System des Königreiches Sachsen. I. Hälfte. Abtheilungen I. und II. des Jahrbuches des K. Sächs. meteorologischen Institutes. V. Jahrgang 1887. Herausgegeben von Dr. P. Schreiber. Chemnitz 1888. 4.

Urkunden-Buch der Stadt Lübeck. Th. VIII. Lief. 7—10. Lübeck 1887. 1888. 4.

Hedwigia. Organ für Kryptogamenkunde. Bd. XXVII. Heft 11. 12. Dresden 1888.

Polytechnikum. Volkswirthschaftliche Wochenschrift. 1888. N. 1—4. Hannover 1888. 4.

Möbius, K. *Bruchstücke einer Infusorienfauna der Kieler Bucht.* Berlin 1888. Sep. Abdr.

Kölliker, A. *Zur Kenntniss der quergestreiften Muskelfasern.* Leipzig 1888. Sep. Abdr.

Loewenberg, B. *Über Natur und Behandlung des Furunkels, besonders im äusseren Ohre.* Leipzig und Berlin 1888. Sep. Abdr.

Birkner, O. *Bericht über die Wasserkatastrophe in der Lausitz während der Nacht vom 17. zum 18. Mai 1887.* Zittau 1887. 4. Sep. Abdr.

Blasius, W. *Beiträge zur Kenntniss der Vogelfauna von Celebes. III.* Budapest 1876. Sep. Abdr.

Blasius. *Lebensbeschreibungen braunschweigischer Naturforscher und Naturfreunde; verstorbener ehemaliger Mitglieder des Vereins für Naturwissenschaft zu Braunschweig.* Braunschweig 1887. und 6. Sep. Abdr.

von Schaller, E. *Allgemeine Welt-Wahrheit.* 2. Heft. 1888. 2 Ex.

Rosenbusch, H. *Hülfstabellen zur mikroskopischen Mineralbestimmung in Gesteinen.* Stuttgart 1888. 4.

Nehring, A. *Über den Charakter der Quartärfauna von Thiede bei Braunschweig.* Stuttgart 1888. Sep. Abdr.

Sigwart, Ch. *Logik.* Bd. I. 2. Aufl. Freiburg i. B. 1889.

Sitzungsberichte der math. naturwiss. Classe der K. Akademie der Wissenschaften in Wien. Jahrg. 1888. N. XX—XXIV. Wien.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt. 1888. N. 12. 13. 14. Wien.

Jahrbuch der K. K. Geologischen Reichsanstalt. Jahrg. 1887. Bd. XXXVII. Heft 3. 4. Jahrg. 1888. Bd. XXXVIII. Heft 3. Wien 1888.

Öffentliche Vorlesungen an der K. K. Universität zu Wien im Winter-Semester 1888/89. Wien 1888.

Schriften des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien. Bd. 28. Vereinsjahr 1887/1888. Wien 1888.

Mittheilungen des historischen Vereines für Steiermark. Heft XXXVI. Graz 1888.

Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereines in Innsbruck. XVII. Jahrgang 1887—1888. Innsbruck 1888.

Zeitschrift des Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg. 3. Folge. Heft 32. Innsbruck 1888.

Lotos. Jahrbuch für Naturwissenschaft. N. Folge Bd. IX. Prag 1889.

Verhandlungen und Mittheilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften in Hermannstadt. Jahrg. XXXVIII. Hermannstadt 1888.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia. T. XI. Krakowie 1888. 4.

Rocznik Zarządu Akademii umiejętności w Krakowie. Rok 1887. Krakowie 1888.

Pamietnik. Matematyczno-Przyrodniczy. T. XIV. XV. Krakowie 1888. 4.

Rozprawy Matem. przyrodniczy. T. XVII. XVIII. Krakowie 1888.

Rozprawy Wydzialu Hist. Filoz. T. XXI. Krakowie 1888.

Scriptores rerum Polonicarum. T. XII. Krakow 1888.

Antropologija Krajowej. T. XII. Krakow 1888.

Sprawozdanie Komisyi Fizyjograficznej. T. XXI. Kraków 1888.

Morawski, C. *Andreae Cricii Carmina.* Cracoviae 1888.

Ossowski, G. *Grand Kourhan de Ryzanowka.* Cracovie 1888. 4.

Jahrbuch der K. Ungar. Akademie. Bd. XVII, Heft 5. Budapest 1887. 4. (ung.)

Sitzungsberichte. XXI. 1887: 4—8. XXII. 1888: 1. Budapest 1887. 1888. (ung.)

Almanach der K. Ungarischen Akademie für 1888. Budapest 1887. (ung.)

Gedenkreden. Th. IV. 6—10 und Titel zu Th. IV. Budapest 1887. (ung.)

Naturwissenschaftlicher und mathemat. Anzeiger. Bd. V, 6—9. VI, 1. Budapest 1887. (ung.)

Archäologischer Anzeiger. Bd. VII. 3—5. VIII, 1. 2. Budapest 1887. 1888. (ung.)

Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen. Bd. XXII, 1—8. Budapest 1886—1888. (ung.)

Kriegsgeschichtliche Mittheilungen. Heft 1. Budapest 1888. (ung.)

Philologische Mittheilungen. Bd. XX, Abth. 3. Budapest 1887. (ung.)

Historische Abhandlungen. Bd. XIII, Heft 6—8. Budapest 1887. (ung.)

Sprachwissenschaftliche Abhandlungen. Bd. XIV, 1—7. Budapest 1887. (ung.)

Naturwissenschaftliche Abhandlungen. Bd. XVI, 7. XVII, 2—5. Budapest 1887. (ung.)

Socialwissenschaftliche Abhandlungen. Bd. IX, Heft 2—7. Budapest 1887/1888. (ung.)

Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. Bd. 5. (Juni 1886 bis Juni 1887). Budapest. Berlin.

Ungarische Sprachdenkmäler. Bd. IX. X. Budapest 1888. 4. (ung.)

Monumenta Hungariae historica. Sect. I. Diplomataria, T. XXVII. — Sect. III. Mon. Comitiorum Transylvaniae, T. XII. Budapest 1887. (ung.)

Herman. *A magyar halászat Könyve.* Köt. I. II. Budapest 1887. (ung.)

— —. *Halgazdaság.* Budapest 1888. (ung.)

Simonkai. *Erdély edényes flórája.* Budapest. (ung.)

Daday. *A magyarországi Cladocerák magánrajza.* Budapest 1888. 4° (ung.)

Nepszerii Elöadasor. IX. X. Budapest 1888. (ung.)

Ilosvay. *Chemia.* Budapest 1888. (ung.)

Krümmel. *Oczeán.* Budapest 1888. (ung.)

Kirándulók Zsebkönyve. Budapest 1888. (ung.)

Ballagi, A. *Colbert.* Budapest 1887. (ung.)

Szádeczky, L. *Isabella und Johann Sigismund in Polen. 1552—1556.* Budapest 1888. (ung.)

Péch, A. *Geschichte der Bergwerke in Nieder-Ungarn.* Bd. II. Budapest 1887. (ung.)

Simonyi, S. *Die Bestimmungen im Ungarischen.* Budapest 1888. (ung.)

Mathematisches u. physikalisches Intelligenzblatt. 5. Bd. 1887. Heft 6—9. 6. Bd. Heft 1. Budapest 1887. (ung.)

Abhandlungen aus dem Kreise der mathematischen Wissenschaften. Bd. 13. Nr. 1. 1886. Bd. 14. Nr. 1. 1887. Budapest 1886/1887. (ung.)

(József főherczeg.) *Grammatik der Zigeuner-Sprache vom Erzherzog Joseph K. K. Hoheit.* Budapest 1888. (ung.)

Kúnos, Ign. *Sammlung osmano-türkischer Volksdichtungen.* Bd. I. Budapest 1887. (ung.)

Wenzel, G. *Geschichte des Landbaues in Ungarn.* Budapest 1887. (ung.)

Bayer, J. *Geschichte des nationalen Schauspielwesens.* Bd. 1. 2. Budapest 1887. (ung.)

Marczali, H. *Geschichte Ungarns unter Joseph II.* Bd. III. Budapest 1888. (ung.)

Pesty, Fr. *Die Ortsnamen Ungarns.* Bd. I. Budapest 1888. (ung.)

Namens- und Sachregister zu H. Marczali's »*Geschichte Ungarns unter Joseph II.*« (Bd. I. II. III.) Budapest 1888. (ung.)

Gelcich, J. *Urkunden über die Beziehungen zwischen Ragusa und Ungarn.* Budapest 1887. (ung.)

Thanhoffer, L. *Daten zur Structur des centralen Nervensystems.* Budapest 1887. 4. (ung.)

Publicationen des statistischen Büreaus der Hauptstadt Budapest. XXII. Körösi, J. *Die Sterblichkeit der Stadt Budapest in den Jahren 1882 bis 1885 und deren Ursachen.* Berlin 1888.

Ungarische Revue. Herausgegeben von P. Hunfalvy und G. Heinrich. 1888. Jahrg. VIII. Heft 7—10. Budapest 1888.

Rad Jugoslavenske Akademije znanosti i umjetnosti. Kryiga LXXXVII, LXXXVIII, XC. Zagrebu 1887/1888. Knjiga LXXXIX—XCI. Razredi filol. hist. i filos. jurid. XXI. XXII. Zagrebu 1888.

Stossich, H. *Il Genere Heterakis.* Zagrebu 1888. Sep. Abdr.

Viestnik hrvatskoga arkeologičkoga Družtva. God. X. Br. 4. Zagrebu 1888.

Philosophical Transactions of the Royal Society of London. A and B. For the year 1887. Vol. 178. London 1888. 4.

The Royal Society. 30th November 1887. London. 4.

Proceedings of the Royal Society. Vol. XLIV. N. 271. 272. London 1888.

Journal of the Royal Microscopical Society. 1888. P. 5. 6. London 1888.

Proceedings of the London Mathematical Society. N. 321—332. London 1888.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. XLVIII. N. 9. Vol. XLIX. N. 1. London 1888.

Journal of the Chemical Society. N. CCCXI. Oct. CCCXII. Nov. CCCXIII. Dec. London 1888.

Abstracts of the Proceedings of the Chemical Society. N. 57. 58. 59. Session 1888/1889. London.

Proceedings of the Royal Geographical Society and Monthly Record of Geography. Vol. X. N. 10. 11. 12. 1888. London 1888.

The Quarterly Journal of the Geological Society. Vol. XLIV. P. 4. N. 176. London 1888.

Proceedings of the scientific meetings of the Zoological Society of London for the year 1888. P. III. London 1888.

Astronomical and Magnetical and Meteorological Observations made at the Royal Observatory, Greenwich, in the year 1886. London 1888. 4.

Report of the scientific results of the exploring voyage of H. M. S. Challenger. 1873—1876. Zoology. Vol. XXVII. XXVIII. London 1888. 4.

Challenger Report. Published by order of Her Majesty's Government. Edinburgh 1888.

Catalogue of fossil Reptilia and Amphibia in the British Museum (Natural History). P. I. London 1888.

Catalogue of the Birds in the British Museum. Vol. XIV. London 1888.

Hooker, J. D. *The Flora of British India.* Part. XV. London 1888.

Proceedings of the Liverpool Biological Society. Vol. I. (Session 1886—1887). Vol. II. (Session 1887—1888). Liverpool 1887. 1888.

Journal of the Royal Geological Society of Ireland. Vol. XVII. P. II. 1885—1887. Edinburgh 1887.

Proceedings of the Philosophical Society of Glasgow. 1887—1888. Vol. XIX. Glasgow 1888.

Sixth Annual Report of the Fishery Board for Scotland being for the Year 1887. P. I—III. Edinburgh 1888.

The Transactions of the Royal Irish Academy. Vol. XXIX. P. III. IV. Dublin 1888. 4.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. New Series Vol. LVII. P. I. N. I. II. P. II. N. II. III.

Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. 1888. N. IV—VIII. Calcutta 1888.

Records of the Geological Survey of India. Vol. XXI, P. 3. 1888. Calcutta 1888.

Account of the Operations of the Great Trigonometrical Survey of India. Vol. X. Dehra Dun. 1887. 4.

Bibliotheca Indica. New Series. N. 657—684. Calcutta 1888.

Cotes, E. C. and Swinhoe, C. *A Catalogue of the Moths of India.* P. III. Calcutta 1888.

Proceedings of the Canadian Institute, Toronto. Ser. III. Vol. VI. Fasc. 1. Toronto 1888.

The Canadian Record of Science. Vol. III. Numb 4. Montreal 1888.

Macoun, J. *Catalogue of Canadian Plants.* P. IV. Endogens. (Geological and Natural History Survey of Canada.) Montreal 1888.

Results of Meridian Observations, made at the Royal Observatory, Cape of Good Hope, during the years 1882, 1883, 1884, and till 1885, Febr. 8. London 1888.

Annals of the Cape Observatory. Vol. II. P. 2. London. 4.

The Transactions of the South African Philosophical Society. Vol. V. P. I. Cape Town 1888.

Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales. Vol. XXII. P. I. Sydney 1888.

1888. New South Wales. Australian Museum. (Report of the Trustees for 1887.) Sydney 1888. Fol.

Australian Museum, Sydney. Catalogue of the Fishes in the Collection of the Australian Museum. P. I. D. Ogilby, Regent Palaeichthyan Fishes. Sydney 1888.

Transactions and Proceedings of the Royal Society of Victoria. Vol. XXIV. P. I. II. Melbourne 1887. 1888.

The Gold-Fields of Victoria. — Reports of the Mining Registrars for the Quarter ended 31st March, 1888. Melbourne. Fol.

The Gold-Fields of Victoria. — Reports of the Mining Registrars for the Quarter ended 30th June, 1888. Melbourne 1888. Fol.

Victoria. — Annual Report of the Secretary for Mines and Water Supply. Melbourne 1888. Fol.

Transactions and Proceedings and Report of the Royal Society of South Australia. Vol. X. (for 1886/1887). Adelaide 1888.

Reports on the Mining Industry of New Zealand. Wellington 1888. Fol.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. 1888. Sem. I. T. CVI. Tables. Sem. II. T. CVII. N. 6. 8. 11—25. Paris 1888. 4.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Ser. II. T. XX. N. 37—41. Ser. III. T. XXI. N. 42—51. Paris 1888.

Compte rendu des séances de la Commission centrale de la Société de Géographie. 1888. N. 14. 15. Paris 1888.

Annales des Mines. Sér. VIII. T. XIII. Livr. 2. 3. 1888. Paris 1888.

Annales des Ponts et Chaussées. Sér. VI. Année 8. Cah. 7—9. Paris 1888.

Bulletin de la Société zoologique de France pour l'année 1887. T. XII. N. 5. 6. ... T. XIII. N. 1—6. Paris 1888.

Bulletin de la Société philomatique de Paris. Sér. VII. T. XII. N. 3. 1887/1888. Paris 1888.

Bulletin de la Société géologique de France. Sér. III. T. 16. 1888. N. 1—5. Paris 1888.

Bulletin de la Société d'études scientifiques de Paris. 11. Année. 1888. Sem. I. Paris 1888.

Feuilles des Jeunes Naturalistes. Année 19. N. 217. 218. 1888. Rennes 1888.

Catalogue de la Bibliothèque. Fasc. 1—4. Paris 1887/1888.

Nouvelles Archives du Muséum d'histoire naturelle. Sér. II. T. IX. X. Paris 1887. 4.

Journal de l'École polytechnique. Cah. 57. Paris 1887. 4.

Annales du Musée Guimet. Revue de l'histoire des réligions. Année VIII. T. XVI. Nr. 3. Année IX. T. XVII. N. 1. 2. Paris 1887/1888.

Annales du Musée Guimet. T. XIV. Paris 1887. 4.

Comité international des Poids et Mésures. Procès-verbaux des Séances de 1887. Paris 1888.

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mésures. T. VI. Paris 1888. 4.

Ministères de la Marine et de l'Instruction publique. Mission scientifique du Cap Horn. 1882—1883. T. Ier. Martial, L. F. Histoire du Voyage. Paris 1888. 4.

Institut de France. Bulletin du Comité international permanent pour l'éxécution photographique de la Carte du Ciel. Fasc. 2. Paris 1888. 4.

Revue scientifique. T. 42. (Sér. 3. Année VIII. Sem. 2.) N. 11—25. Paris 1888. 4.

Polybiblion. Revue bibliographique universelle. Part. tech. Sér. II. T. XIV. Livr. 9—12. Part. litt. Sér. II. T. XXVIII. Livr. 3—6. Paris 1888.

Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Bordeaux. Année XII. Sér. II. N. 18—23. Bordeaux 1888.

Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse. T. II. Année 1888. Fasc. III. IV. Paris 1888. 4.

Annales de l'Observatoire astronomique, magnétique et météorologique de Toulouse. T. I. II. Paris 1880. 1886. 4.

Union géographique du Nord de la France, siège à Douai. Bulletin. T. VIII. Nov.-Déc. 1887. T. IX. Jan.-Avril 1888. Douai 1888.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg. T. XXV. (Sér. III. T. V.) Paris et Cherbourg 1887.

Bulletin de la Société des Sciences de Nancy. Sér. II. T. IX. Fasc. XXI. Année XX. 1887. Paris 1888.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences de Rouen pendant l'année 1886—1887. Rouen 1888.

Bulletin de l'Académie d'Hippone. Bulletin N. 20—22. Bone 1884. 1885. 1888.

Vivien de Saint-Martin. *Nouveau Dictionnaire de Géographie universelle.* Fasc. 44. Paris 1888. 4.

Leibniz, Oeuvres. Publ. par A. Foucher de Careil. T. I. II. (2[e] édit.) 1867. 1869. T. III—VII. Paris 1861—1875.

Foucher de Careil, A. *Hegel et Schopenhauer.* Paris 1862.

Guyot, A. *Géographie physique comparée.* Paris 1888.

Lemoine, M. E. *De la mesure de la simplicité dans les sciences mathématiques.* Paris. Extr. und 2 fernere Extr.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXXV. 1888. Ser. IV. Rendiconti. Vol. IV. Fasc. 11—13. Sem. 1. Vol. IV. Fasc. 1—3. Sem. 2. Roma 1888. Vol. VI. Fasc. 1. 5. 4.

Accademia Pontif. de' Nuovi Lincei. Anno XLI. Sess. 6. 15 Aprile 1888. Sess. 7. 20 Maggio 1888. Roma.

Memorie del Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Classe di Scienze matematiche e naturali. Vol. XVI—VII della Serie III. Milano 1888. Classe di Lettere e Scienze morali e politiche. Vol. XVIII—IX della Serie III. Milano 1887. 4.

Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconti. Ser. II. Vol. XX. Milano 1887.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XXIII. Disp. 13 e 14. 15. 1887—1888. Torino.

Memorie della Regia Accademia di Scienze Lettere ed Arti in Modena. Ser. II. Vol. V. Modena 1887. 4.

Memorie di Matematica e di Fisica della Società Italiana delle Scienze. Ser. III. T. VI. Napoli 1887. 4.

Atti della Società Toscana di Scienze naturali residente in Pisa. Memorie. Vol. IX. Pisa 1888. .... Processi verbali. Vol. VI. pag. 105—130. Pisa 1888.

R. Ufficio Geologico. Vol. IV. Annessa al Vol. IV. Karten. Roma 1888.

Atti e Memorie della R. Accademia di Scienze Lettere ed Arti in Padova. Anno CCLXXXIX. N. Ser. Vol. IV. Padova 1888.

Giornale della Società di Letture e Conversazioni scientifiche di Genova. Anno XI. Sem. 2. Fasc. IX—X. 1888. Genova 1888.

Bollettino della Società Geografica italiana. Ser. III. Vol. I. Fasc. X. XI. 1888. Roma 1888.

Bullettino di Archeologia cristiana del Comm. G. B. de Rossi. Ser. IV. Anno IV. Suppl. Roma 1886.

Atti della Società Italiana di Scienze naturali. Vol. XXX. 1887. Milano 1888.

Pubblicazioni del Reale Osservatorio di Brera in Milano. N. XXXIII. Osservazioni sulle stelle doppie. Ser. I. Milano 1888. 4.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo. T. II. Fasc. V. VI. Anno 1888. Palermo 1888.

Boncompagni, B. *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.* T. XVIII, XIX. Indici degli Articoli e dei Nomi. T. XX. Nov./Dec. 1887. Roma 1885—1887. 4.

Pozzi, C. *Un nuovo sistema di Cura antirabbica.* Milano 1888.

de Zigno, A. 4 Estr. Neapel. Venedig. 1884. 1885. 1888. 4.

Teza, E. *Di Paolino da Bartolommeo.* Venezia 1888. Estr. nebst 2 anderen Estr.

Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. Sér. VII. T. XXXVI., N. 1. 2. St. Pétersbourg 1888. 4.

Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. T. XXXII. Livr. 3. 4. St. Pétersbourg 1888. 4.

Bulletins du Comité géologique. 1887. T. VI. N. 11. 12. 1888. T. VII. N. 3. 4. 5. et Suppl. au T. VII. (Bibl. géol. de la Russie. 1887.) St. Pétersbourg.

Mémoires du Comité géologique. Vol. V. N. 2. 3. 4. Vol. VI. Livr. 1. 2. Vol. VII. N. 1. 2. St. Pétersbourg 1888. 4.

Nouveaux Mémoires de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. T. XV. Livr. 3—5. Moscou 1885. 1886. 1888. 4.

Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. Année 1888. N. 3. nebst Beilage Sér. II. T. II. 4. Moscou 1888.

Universitäts-Nachrichten. Bd. XXVIII. N. 7—9. Kiew 1888. (russ.)

Wild, H. *Repertorium für Meteorologie.* Bd. XI. St. Petersburg 1888. 4.

— —. *Annalen des Physikalischen Central-Observatoriums.* Jahrg. 1887. Th. I. St. Petersburg 1888. 4.

Auwers, A. *Neue Reduction der Bradley'schen Beobachtungen aus den Jahren 1750 bis 1762.* Bd. III. St. Petersburg 1888. Fol.

Struve, O. *Observations de Poulkova.* Vol. XIV. St. Pétersbourg 1888. 4.

Struve, H. *Beobachtungen der Saturnstrabanten.* Erste Abtheilung. Beobachtungen am 15zölligen Refractor. Supplement I. aux Observations de Poulkova. St. Petersburg 1888. 4.

Catalogus alphabeticus librorum qui in Bibliotheca speculae Imperialis literarum Universitatis Petropolitanae asservantur. Petropoli 1888.

Dickstein, S. *Prace matematyczno-fizyczne.* T. I. Warszawa.

Świécianowski, Jules. *Essai sur l'échelle musicale comme loi de l'Harmonie dans l'univers et dans l'art.* Varsovie 1881. 4.

— —. *La loi de l'harmonie dans l'art grec et son application à l'architecture moderne.* Paris 1888. Fol.

Acta Societatis scientiarum Fennicae. T. XV. Helsingforsiae 1888. 4.

Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar. XXVIII. 1885—1886. XXIX. 1886—1887. Helsingfors 1886. 1887.

Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica. Vol. I. III. IV. und Meddelanden af Societas pro Fauna et Flora Fennica. Häftet 14. Helsingfors 1875—1877. 1886—1888. 1877. 1888.

Meddelanden från Industristyrelsen i Finland. Fjerde Häftet. Helsingfors 1887.

Finlands Geologiska Undersökning. Moberg, K. Ad. Beskrifning till Kartbladet. Nr. 10. 11 mit 2 Karten in fol. Helsingfors 1887.

Bidrag till Kännedom af Finlands Natur och Folk. Utgifna af Finska Vetenskaps-Societeten. Häftet 44—47. Helsingfors 1887. 1888.

Arppe, A. E. *Finska Vetenskaps-Societeten 1838—1888 dess Organisation och Verksamhet.* Helsingfors 1888.

Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar. Årg. 45. 1888. N. 7. 8. Stockholm 1888.

Acta mathematica. Herausgegeben von G. Mittag-Leffler. 12 : 1. Stockholm 1888. 4.

Upsala Universitets Årsskrift. 1887. Upsala.

Die Internationale Polarforschung 1882—1883. Beobachtungs-Ergebnisse der Norwegischen Polarstation Bossekop in Alten. Herausgegeben von A. S. Steen. Th. II. Christiania 1888. 4.

Blytt, A. *On variations of climate in the course of time.* Christiania 1886. Extr.

— —. *The probable cause of the displacement of beach-lines.* Christiania 1889. Extr.

Verhandelingen der K. Akademie van Wetenschappen. Afd. Natuurkunde. Deel XXVI. Afd. Letterkunde. Deel XVII. Amsterdam 1888. 4.

Jaarboek van de K. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam voor 1886. 1887. Amsterdam.

Susanna. Me Puero. Ad urbem Bononiam. Amstelodami 1888.

Matris Querela et Esther. Amstelodami 1887.

Verslagen en Mededeelingen der K. Akademie van Wetenschappen. Afd. Natuurkunde. Reek III. Deel III. IV. Afd. Letterkunde. Reek III. Deel IV. Amsterdam 1887. 1888.

Denkmünze in Bronze: Academia Regia disciplinarem Nederlandica ex Legato Jacobi Henrici Hoeufft. Certamina Poeseos latinae. Geschenk der K. Niederl. Akademie in Amsterdam.

Bijdragen tot de Dierkunde uitgegeven door het Genootschap Natura Artis Magistra, te Amsterdam. Afl. 14. 15. 1ᵈ. 2ᵈ. gedeelte. 16. Amsterdam 1887. 1888. 4.

Feest-Nummer uitgegeven bij gelegenheid van het 50-jarig bestaam van het Genootschap. Amsterdam 1888. 4.

Archives Neerlandaises des Sciences exactes et naturelles. T. XXIII. Livr. 1. Harlem 1888.

Werken van de Nederlandsche Rijks-Commissie voor Graadmeting en Waterpassing. II. Uitkomsten der Rijkswater Passing. Door Cohen Stuart voortgezet door G. H. van de Sande Bakhuyzen en G. van Diesen. 1875—1885. 'sGravenhage 1888. 4.

Oude Vaderlandsche Rechtsbronnen. De Saksenspiegel in Nederland. Uitgegeven dor B. J. L. Baron de Geer van Jutphaas. St. II. 'sGravenhage.

Nederlandsch Kruidkundig Archief. Ser. II. Deel 5. Stuk 2. Nijmegen 1888.

Annales de l'École polytechnique de Delft. T. IV. 1888. Livr. 1. 2. Leide 1888. 4.

Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indie. 1888. Volg. V. Deel 3. Afl. 4. 'sGravenhage 1888.

Verhandelingen van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Deel XLV. Afl. 2.

Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde. Deel XXXII. Afl. 3.

Notulen van de Algemeene en Bestuurs-Vergaderingen van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Deel XXVI. 1888. Afl. 1. Batavia 1888.

Bulletin de l'Académie Royale des Sciences de Belgique. Année 58. Sér. 3. T. 16. N. 8—10. Bruxelles 1888.

Mémoires de la Société Royale des Sciences de Liège. Sér. II. T. XV. Bruxelles 1888.

Annales du Musée Royal d'Histoire naturelle de Belgique. T. XIV. Faune du calcaire carbonifère de la Belgique. P. VI. Texte et Atlas. Bruxelles 1887. Fol.

Jahrbuch für Schweizerische Geschichte, herausgegeben auf Veranstaltung der allgemeinen Geschichtsforschenden Gesellschaft der Schweiz. Bd. 13. Zürich 1888.

Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Jahrg. XXXIII. Heft 1. Zürich 1888.

Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt. 1886 — der »Schweizerischen meteorologischen Beobachtungen« Jahrg. XXIII. Zürich. 4.

Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz. Lief. 24. Th. IV. Bern 1888. 4.

Rütimeyer, L. *Über einige Beziehungen zwischen den Säugethierstämmen alter und neuer Welt.* Erster Nachtrag. Zürich 1888. 4. Sep. Abdr.

Boletin de la Real Academia de la Historia. T. XIII. Cuad I—III. IV. V. 1888. Madrid 1888.

Reseña geográfica y estadistica de España. Por la Direccion general del Instituto geográfico y estadistico. Madrid 1888. 4.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales. T. XXII. N. 4. Madrid 1887.

Almanaque Náutico para 1890, calculado en el Observatorio de Marina de San Fernando. Madrid 1888.

Vidal y Careta, Fr. *Los Insectos y las Plantas.* Discurso. Habana 1888.

Le Bulletin de la Société des Médecins et des Naturalistes de Jassy. Année II. N. 5. 6. 1888. Jassy 1888.

Annals of the New York Academy of Sciences, late Lyceum of Natural History. Vol. IV. N. 5—8. New York 1888.

Transactions of the New York Academy of Sciences. 1887—1888. Vol. VII. N. 3—8. New-York 1887—1888.

Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, at Harvard College. Vol. XIII. N. 8—10. XVI. N. 2. XVII. N. 1. 2. Cambridge 1888.

Annals of Harvard College Observatory. Vol. XVIII. N. VI. Cambridge 1888. 4.

Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences. Vol. VII, P. 2. New Haven 1888.

The American Journal of Science. Ser. III. Vol. XXVI. N. 214—216. New Haven 1888.

Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Ser. II. Vol. IX. P. 2. Philadelphia 1888. 4.

Transactions of the American Philosophical Society, held at Philadelphia, for promoting useful Knowledge. Vol. XVI. New Series. P. II. Philadelphia 1888. 4.

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. P. II. March—September 1888. Philadelphia 1888.

The American Naturalist. Vol. XXII. N. 260—262. Philadelphia 1888.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. New Series. Vol. XV. P. I. Boston 1888.

The Astronomical Journal. Vol. VIII. N. 13—17. 1888. Boston 1888. 4.

Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences. Centennial Volume. Vol. XI. P. V. N. VI. Cambridge 1887. 4.

Archaeological Institute of America. Papers of the American School of Classical studies of Athens. Vol. II. 1883—1884. Boston 1888.

American Journal of Mathematics. Vol. XI. N. 1. Baltimore 1888. 4.

Annals of Mathematics. Vol. 4. N. 3. Charlottesville 1888. 4.

Johns Hopkins University Studies in historical and political Science. Vol. VI. History of Coöperation in the United States. Baltimore 1888.

The Journal of the Cincinnati Society of Natural History. Vol. XI. N. 2. 3. 1888. Cincinnati 1888.

Thirteenth Annual Report of the President of the Hebrew Union College. Cincinnati 1888.

Report of the Superintendent of the U. S. Coast and Geodetic Survey showing the progress of the work during the fiscal year ending with June 1886. P. II. Sketches. Washington 1887. 4.

Bulletin of the United Staates Coast and Geodetic Survey. N. 2. Washington 1888. 4.

United States Coast and Geodetic Survey. Bulletin N. 3. Washington 1888. 4.

Report of the Superintendent of the United States Naval Observatory for the year ending June 30, 1888. Washington 1888.

Department of the Interior. Monographs of the United States Geological Survey. Vol. XII. Washington 1886. 4.

Atlas to accompany a Monograph on the Geology and Mining Industry of Leadville, Colorado, by S. Fr. Emmons. Washington 1883. gr. Fol.

Annual Report of the Geological Survey of Pennsylvania for 1886. P. IV and Atlas and Atlas Northern Anthracite. P. II. AA. Harrisburg 1887.

Smithsonian Miscellaneous Collections. Vol. XXII. XXIII. Washington 1888.

Bulletin of the United States Coast and Geological Survey. N. 4. San Francisco, California 1888. 4.

Chandler, S. C. *Catalogue of variable Stars.* 1888. Boston 1888. 4. Extr.

Phillips, H. *First Contribution to the study of Folk-Lore of Philadelphia and its vicinity.* Philadelphia 1888. Extr.

Jastrow, J. *The perception of space by disparate senses.* Baltimore 1888. Extr.

Guthrie, O. *The great Lakes and their relations to the Lakes and Gulf Water-Way.* Chicago 1888.

Banquet given by the Learned Societies of Philadelphia at the American Academy of Music September 17, 1887, closing the Ceremonies in commemoration of the framing and signing of the Constitution of the United States. Philadelphia 1888.

Boletin della Sociedad de Geografia y Estadistica de la Republica Mexicana. Cuarta Epoca. T. I. N. 1. 2. Mexico 1888.

Memorias de la Sociedad cientifica »Antonio Alzate«. T. II. Cuad. N. 2—4. 1888. Mexico 1888.

Observatorio meteorológico-magnético central de Mexico. Boletin mensual. T. I. N. 5—7. 1888. Supplem. al N. 5. Mexico 1888. 4.

Faye, H. *Teoria de los Errores.* Mexico 1888.

Anales del Museo Nacional. República de Costa Rica. T. I. Año de 1887. San José 1888.

Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro. Vol. VII. 1887. Rio de Janeiro 1887. 4.

Annales de l'Observatoire Impérial de Rio de Janeiro. T. III. Observation du Passage de Vénus en 1882. Rio de Janeiro 1887. 4.

Revista do Observatorio do Rio de Janeiro. Anno III. N. 8. 9. 11. Rio de Janeiro 1888.

Göldi, E. A. *Relatorio sobre a Molestia do Cafeeiro na Provincia do Rio de Janeiro.* Rio de Janeiro 1887. 4. Extr.

Boletin de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba (República Argentina). T. XI. Entr. 1a. 2a. Buenos Aires. 1887/1888.

NAMENREGISTER.

SACHREGISTER.

